

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11134089 A**

(43) Date of publication of application: **21.05.99**

(51) Int. Cl.

G06F 3/00
G06F 3/03

(21) Application number: **09296788**

(22) Date of filing: **29.10.97**

(71) Applicant: **TAKENAKA KOMUTEN CO LTD**

(72) Inventor: **HARAKAWA KENICHI**

(54) **HAND POINTING DEVICE**

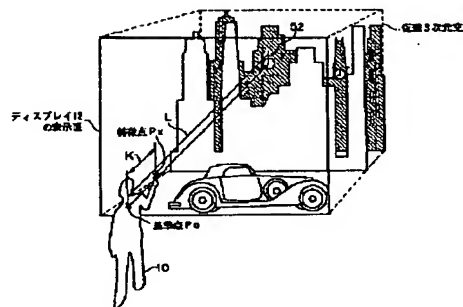
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To judge the three-dimensional coordinates of an arbitrary pointed position when an information input person indicates the position in a three-dimensional space.

SOLUTION: An image representing the three-dimensional space virtually on a perspective basis is displayed on a display 12 and images of the information input person 10 are picked up by video cameras from mutually different directions. While the information input person 10 points an arbitrary position in the virtual three-dimensional space that the display image represents, reference points P_0 corresponding to the back of the information input person 10 and feature points PX corresponding to the finger tip are extracted from the images obtained by the respective cameras to find the three-dimensional coordinates. The direction where the indicated position in the virtual three-dimensional space is present is judged from the direction from the reference point P_0 to the feature point PX and the distance L between the information input person 10 in the virtual three-dimensional space and the indicated position is judged from the distance (k) from the reference point P_0 to the feature point PX to judge the

three-dimensional coordinates of the indicated position in the virtual three-dimensional space.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



THIS PAGE BLANK (USPTO)

JP A 11-13408-9

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-134089

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月21日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	F I			
G06F 3/00	680	G06F 3/00	680	C	
3/03	380	3/03	380	K	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全23頁)

(21) 出願番号 特願平9-296788

(22) 出願日 平成9年(1997)10月29日

(71) 出願人 000003621

株式会社竹中工務店

大阪府大阪市中央区本町4丁目1番13号

(72) 発明者 原川 健一

千葉県印西市大塚1丁目5番地1 株式会
社竹中工務店技術研究所内

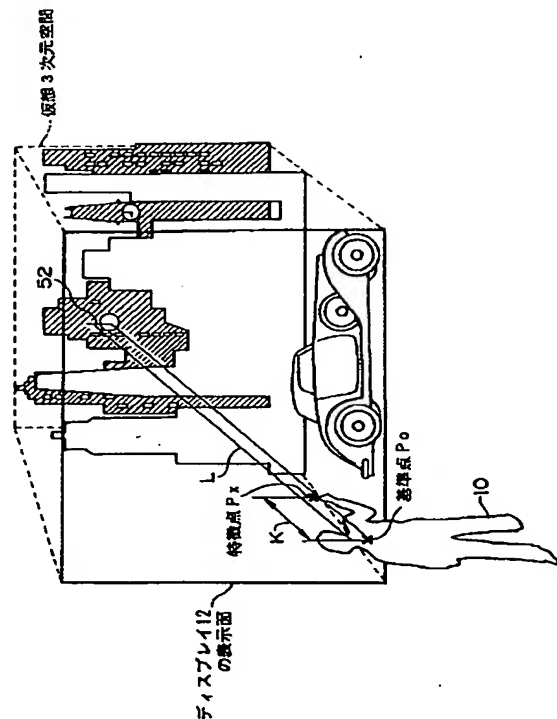
(74) 代理人 弁理士 中島 淳 (外4名)

(54) 【発明の名称】 ハンドポインティング装置

(57) 【要約】

【課題】 情報入力者が3次元空間内の任意の箇所を指し示す場合に、指し示された箇所の3次元座標を判断する。

【解決手段】 透視法に則って仮想的に3次元空間を表す画像をディスプレイ12に表示し、情報入力者10を複数台のビデオカメラによって互いに異なる方向から撮像する。表示画像が表す仮想3次元空間内の任意の箇所を情報入力者10が指し示している状態で、各ビデオカメラから得られた複数の画像から情報入力者10の背中に相当する基準点P₀。及び指先に相当する特徴点P_x。を各々抽出して3次元座標を各々求める。基準点P₀。から特徴点P_x。に向かう方向に基づいて仮想3次元空間内の指示箇所が存在している方向を判断し、基準点P₀。と特徴点P_x。との距離kに基づいて仮想3次元空間における情報入力者10と指示箇所との距離Lを判断し、仮想3次元空間における指示箇所の3次元座標を判断する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 互いに異なる複数の方向から認識対象者を撮像する撮像手段と、
認識対象者が 3 次元空間内の特定箇所を指し示している状況を前記撮像手段が複数の方向から撮像することで得られた複数の画像から前記認識対象者に相当する画像部を抽出し、認識対象者が腕を屈曲又は伸長させることで位置が変化する特徴点及び認識対象者が腕を屈曲及び伸長させても位置が変化しない基準点の 3 次元座標を求める演算手段と、
前記基準点から前記特徴点に向かう方向に基づいて前記 3 次元空間内の前記特定箇所が存在している方向を判断すると共に、前記基準点と前記特徴点との距離に基づいて前記 3 次元空間の奥行方向に沿った前記特定箇所の位置を判断し、前記 3 次元空間内の前記特定箇所の 3 次元座標を判断する判断手段と、
を含むハンドポインティング装置。
【請求項 2】 前記判断手段は、前記基準点と前記特徴点との距離を所定の変換条件に従って認識対象者と前記特定箇所との距離に変換することにより、前記 3 次元空間の奥行方向に沿った前記特定箇所の位置を判断することを特徴とする請求項 1 記載のハンドポインティング装置。
【請求項 3】 腕を屈曲及び伸長させる動作を行うよう認識対象者に要請し、認識対象者が腕を屈曲及び伸長させる動作を行ったときの前記基準点と前記特徴点との距離の変化幅に基づいて、前記基準点と前記特徴点との距離を認識対象者と前記特定箇所との距離に変換する変換条件を予め設定する変換条件設定手段を更に備えたことを特徴とする請求項 2 記載のハンドポインティング装置。
【請求項 4】 3 次元的画像を表示するための表示手段と、
前記表示手段に 3 次元的画像を表示させる表示制御手段と、
認識対象者の手が特定の形になったか否かを判定する判定手段と、
を更に備え、
認識対象者は、前記表示手段に表示された 3 次元的画像が表す仮想的な 3 次元空間内の特定箇所を指し示し、
前記表示制御手段は、前記判定手段によって認識対象者の手が前記特定の形になっていると判定されている状態で、前記基準点と前記特徴点との距離が変化した場合には、前記表示手段に表示されている 3 次元的画像が前記基準点と前記特徴点との距離の変化に応じて拡大又は縮小表示されるように前記表示手段を制御することを特徴とする請求項 1 記載のハンドポインティング装置。
【請求項 5】 前記基準点と前記特徴点との距離の変化速度を検出し、検出した前記基準点と前記特徴点との距離の変化速度が閾値以上の場合に所定の処理を行う処理

手段を更に備えたことを特徴とする請求項 1 記載のハンドポインティング装置。

【請求項 6】 前記処理手段は、前記基準点と前記特徴点との距離が前記閾値以上の変化速度で増加した場合には第 1 の所定の処理を行い、前記基準点と前記特徴点との距離が前記閾値以上の変化速度で減少した場合には前記第 1 の所定処理と異なる第 2 の所定の処理を行うことを特徴とする請求項 5 記載のハンドポインティング装置。

10 【請求項 7】 前記処理手段に所定の処理を行わせるために腕を屈曲又は伸長させる動作を行うよう認識対象者に要請し、認識対象者が腕を屈曲又は伸長させる動作を行ったときの前記基準点と前記特徴点との距離の変化速度に基づいて前記閾値を予め設定する閾値設定手段を更に備えたことを特徴とする請求項 5 記載のハンドポインティング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はハンドポインティング装置に係り、特に、互いに異なる複数の方向から認識対象者を撮像し、認識対象者が指し示している特定箇所の座標を判断するハンドポインティング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、所定の情報を表示するディスプレイ、ディスプレイの近傍に到来した情報入力者を照明する照明装置、到来した情報入力者を互いに異なる方向から撮像する複数の撮像手段を備え、到来した情報入力者がディスプレイ上の任意の位置を指等によって指し示した状況を複数の撮像手段によって撮像し、撮像によって得られた複数の画像に基づいて情報入力者を認識し、情報入力者が指示したディスプレイ上の位置を判断し、ディスプレイ上の指示位置にカーソル等を表示すると共に、情報入力者が親指を上げるクリック動作を行ったことを検出すると、ディスプレイ上の指示位置がクリックされたことを認識して所定の処理を行うハンドポインティング入力装置が知られている（例えば特開平4-271423号公報、特開平 5-19957号公報、特開平5-324181号公報等参照）。

【0003】 上記のハンドポインティング入力装置によれば、情報入力者がキーボードやマウス等の入力機器に触れることなく、情報処理装置に対して各種の指示を与えたり、各種の情報を入力することが可能となるので、情報処理装置を利用するための操作の簡素化を実現できる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記のハンドポインティング入力装置は、情報入力者がディスプレイの表示面上の何れの位置を指示しているのかは判断できるものの、ディスプレイに表示されている画像が疑似的に 3 次元空間を表す画像であった場合に、前記画

像が表示仮想的な 3 次元空間内の何れの箇所を情報入力者が指示しているのか（指示している箇所の 3 次元座標）を判断することは不可能であった。擬似的に 3 次元空間を表す画像の表示に関しては、一点透視法や二点透視法に則った画像を平面ディスプレイに表示する以外にも、液晶シャッターやレンチキュラーレンズを利用した 3 次元ディスプレイに画像を表示したり、ホログラフィー技術を用いて立体画像を表示する等のように種々の手法があり（以下、これらの画像を 3 次元的画像と総称する）、情報入力者の指示対象として上記のような 3 次元

10 的画像を用いることができない、という欠点があった。
【0005】また、上記の欠点は情報入力者による指示対象が、3 次元的画像が表示仮想的な 3 次元空間である場合に限定されるものではなく、情報入力者による指示対象が現実の 3 次元空間内である場合にも、3 次元空間内の何れの箇所を情報入力者が指示しているのかを判断することは不可能であった。

【0006】本発明は上記事実を考慮して成されたもので、情報入力者が 3 次元空間内の任意の箇所を指し示す場合にも、指し示された箇所の 3 次元座標を判断すること

20 ができるハンドポインティング装置を得ることが目的である。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項 1 記載の発明に係るハンドポインティング装置は、互いに異なる複数の方向から認識対象者を撮像する撮像手段と、認識対象者が 3 次元空間内の特定箇所を指し示している状況を前記撮像手段が複数の方向から撮像することで得られた複数の画像から前記認識対象者に相当する画像部を抽出し、認識対象者が腕を屈曲又は伸長

30 させることで位置が変化する特徴点及び認識対象者が腕を屈曲及び伸長させても位置が変化しない基準点の 3 次元座標を求める演算手段と、前記基準点から前記特徴点に向かう方向に基づいて前記 3 次元空間内の前記特定箇所が存在している方向を判断すると共に、前記基準点と前記特徴点との距離に基づいて前記 3 次元空間の奥行方向に沿った前記特定箇所の位置を判断し、前記 3 次元空間内の前記特定箇所の 3 次元座標を判断する判断手段と、を含んで構成している。

【0008】請求項 1 記載の発明では、撮像手段によっ

4 方向から撮像することで得られた複数の画像から認識対象者に相当する画像部を抽出し、認識対象者が腕を屈曲又は伸長させることで位置が変化する特徴点及び認識対象者が腕を屈曲及び伸長させても位置が変化しない基準点の 3 次元座標を求める。なお特徴点としては、例えば認識対象者の手や指等の先端、或いは認識対象者が把持している指示器の先端等に相当する点を用いることができ、基準点としては、例えば認識対象者の胴体部（例えば胸部や腕の付け根等）に相当する点を用いることができる。また 3 次元空間は、平面ディスプレイに表示した一点透視法や二点透視法に則った画像、液晶シャッターやレンチキュラーレンズを利用した 3 次元ディスプレイに表示した画像、ホログラフィー技術を用いて表示した立体画像等の 3 次元的画像が表示仮想的な 3 次元空間であってよいし、実際の 3 次元空間であってよい。

【0010】そして判断手段は、基準点から特徴点に向かう方向に基づいて、3 次元空間内の特定箇所が存在している方向を判断すると共に、基準点と特徴点との距離に基づいて、3 次元空間の奥行方向に沿った特定箇所の位置を判断し、3 次元空間内の特定箇所の 3 次元座標を判断する。

【0011】これにより、基準点から特徴点に向かう方向が認識対象者から見て指示対象としての特定箇所が存在している方向に対応するように、基準点に対する特徴点の方向を調節する動作（手や指、或いは指示器の先端等を特定箇所に向ける動作）を認識対象者が行うと共に、認識対象者から見た特定箇所との距離（特定箇所がどの程度手前側又は奥側に位置しているか）に応じて、基準点と特徴点との距離を調節する動作（腕を屈曲又は伸長させる動作）を認識対象者が行うことで、3 次元空間内の特定箇所が存在している方向及び 3 次元空間内の奥行方向に沿った特定箇所の位置が判断され、該方向及び奥行方向に沿った位置の判断結果から、3 次元空間内における特定箇所の 3 次元座標が判断されることになる。

【0012】従って請求項 1 の発明によれば、情報入力者（認識対象者）が 3 次元空間内の任意の箇所を指し示す場合にも、指し示された箇所の 3 次元座標を判断することができる。また、認識対象者から見て特定箇所が存在している方向に手や指、或いは指示器の先端等に向け、認識対象者から見た特定箇所との距離に応じて腕を屈曲又は伸長させる動作は、3 次元空間内の特定箇所を指し示す動作として極めて自然な動作であるので、情報入力者（認識対象者）が違和感を感じることなく上記動作を行うことができる。

【0013】なお、基準点と特徴点との距離に基づいて 3 次元空間の奥行方向に沿った特定箇所の位置を判断することは、具体的には請求項 2 に記載したように、基準点と特徴点との距離を所定の変換条件に従って認識対象者と前記特定箇所との距離に変換することで行うことが

できる。上記の変換条件は、基準点と特徴点との距離の変化に対し、認識対象者と特定箇所との距離が線形に変化する変換特性であってもよいし、非線形に変化する変換特性であってもよい。

【0014】特に認識対象者が指し示す対象としての3次元空間が非常に奥行きのある空間である場合（例えば宇宙空間を表す3次元画像を表示手段に表示した場合等）に、変換条件の変換特性を非線形（例えば基準点と特徴点との距離の変化の n 乗（ $n \geq 2$ ）に比例して認識対象者と特定箇所との距離を変化させる変換特性等）とすれば、認識対象者が腕を無理に伸ばす等の極端な動作を行うことなく、認識対象者から見て3次元空間内の極めて遠方に位置している箇所を指し示すことも可能となり、3次元空間内の任意の箇所を指し示すために認識対象者に負担がかかることを防止することができるので好ましい。

【0015】また、認識対象者の体格（特に腕の長さ）は一定ではないので、認識対象者が腕を屈曲・伸長させたときの特徴点の移動幅にも個人差があり、認識対象者の基準点と特徴点との距離を、一定の変換条件に従って認識対象者と特定箇所との距離に変換したとすると、個々の認識対象者の腕の長さ等のばらつきにより、認識対象者が指し示している特定箇所の奥行方向に沿った位置を正確に判断できないことも考えられる。

【0016】このため請求項3記載の発明は、請求項2の発明において、腕を屈曲及び伸長させる動作を行うよう認識対象者に要請し、認識対象者が腕を屈曲及び伸長させる動作を行ったときの基準点と特徴点との距離の変化幅に基づいて、基準点と特徴点との距離を認識対象者と前記特定箇所との距離に変換する変換条件を予め設定する変換条件設定手段を更に備えたことを特徴としている。

【0017】請求項3の発明では、認識対象者が腕を屈曲及び伸長させる動作を行ったときの基準点と特徴点との距離の変化幅（この距離の変化幅は、個々の認識対象者の腕の長さ等のばらつきにより変化する）に基づいて、基準点と特徴点との距離を認識対象者と特定箇所との距離に変換する変換条件を予め設定するので、個々の認識対象者の体格に応じた変換条件を得ることができる。そして、この変換条件を用いて前述の変換を行うことにより、個々の認識対象者の体格のばらつきに拘らず認識対象者が指し示した特定箇所の奥行方向に沿った位置を正確に判断することができる。また、例えば3次元空間内の極めて遠方に位置している箇所を指し示していることを認識させるために、特に体格の小さな認識対象者が無理に腕を伸ばす等の極端な動作を行う必要もなくなる。

【0018】なお、請求項3の発明において、3次元空間の奥行方向に沿って中間部に位置している単一の箇所、或いは3次元空間の奥行方向に沿った位置が互いに

異なる複数箇所（但し、各箇所の奥行方向に沿った位置は既知）を認識対象者に指し示させ、このときの基準点と特徴点との距離に基づいて、変換条件（変換曲線の形状）を設定するようにしてもよい。

【0019】請求項4記載の発明は、請求項1の発明において、3次元画像を表示するための表示手段と、前記表示手段に3次元画像を表示させる表示制御手段と、認識対象者の手が特定の形になったか否かを判定する判定手段と、を更に備え、認識対象者は、前記表示手段に表示された3次元画像が表す仮想的な3次元空間内の特定箇所を指し示し、前記表示制御手段は、前記判定手段によって認識対象者の手が前記特定の形になっていると判定されている状態で、前記基準点と前記特徴点との距離が変化した場合には、前記表示手段に表示されている3次元画像が前記距離の変化に応じて拡大又は縮小表示されるように前記表示手段を制御することを特徴としている。

【0020】請求項4の発明は、表示手段に3次元画像を表示させ、認識対象者は、表示手段に表示された3次元画像が表す仮想的な3次元空間内の特定箇所を指し示すように構成されている。なお、表示手段としては、一点透視法や二点透視法に則った画像を表示するための平面ディスプレイ、液晶シャッターやレンチキュラーレンズを利用した3次元ディスプレイ、ホログラフィー技術を適用して立体画像を表示する表示装置等を適用することができる。ところで、上記のように表示手段に3次元画像を表示させる場合には表示倍率を任意に設定可能であるので、認識対象者からの指示に応じて前記表示倍率を変更できるようにすることが好ましい。しかし、認識対象者が表示倍率の変更を指示する動作を、認識対象者が3次元空間内の特定箇所を指し示す動作と明確に区別して認識する必要がある。

【0021】これに対し請求項4の発明では、認識対象者の手が特定の形になったか否かを判定する判定手段を設け、表示制御手段は、判定手段によって認識対象者の手が前記特定の形になっていると判定されている状態で基準点と特徴点との距離が変化した場合には、表示手段に表示されている3次元画像が前記距離の変化に応じて拡大又は縮小表示されるように表示手段を制御する。なお、前記特定の形とは判定が容易な形であることが望ましく、例えば指を延ばして手を広げた状態での手の形等を採用することができる。

【0022】これにより、認識対象者が自身の手を特定の形とした状態（例えば指を延ばして手を広げた状態）で、基準点と特徴点との距離を変化させる動作（腕を屈曲又は伸長させる動作）を行えば、この動作が特定箇所を指し示す動作とは明確に区別され、表示手段に表示されている3次元画像の表示倍率が基準点と特徴点との距離の変化に応じて変更され、拡大又は縮小表示されることになる。従って請求項4の発明によれば、認識対象

10

20

30

40

50

者による 3 次元的画像の表示倍率の変更指示に応じて、表示手段に表示する 3 次元的画像の表示倍率を確実に変更することができる。

【0023】なお、上記の表示倍率についても、基準点と特徴点との距離の変化に対し、表示倍率を線形に変化させるようにしてもよいし、非線形に変化させるようにしてもよい。

【0024】ところで、上記のように認識対象者が指し示した 3 次元空間内の特定箇所の 3 次元座標を判断する構成においても、認識対象者が特定の動作（所謂クリック動作）を行うことで所定の処理の実行を指示できるようにすることが好ましい。しかし、クリック動作として従来提案されている親指を上げる動作は、撮像手段による撮像方向によっては検出できない場合がある。また、親指を上げる動作は動作としての自由度が低く、マウスにおける左クリックと右クリックのように、複数種の意味を持たせクリック動作によって実行される処理を選択可能とすることも困難である。

【0025】このため請求項 5 記載の発明は、請求項 1 の発明において、前記基準点と前記特徴点との距離の変化速度を検出し、検出した前記基準点と前記特徴点との距離の変化速度が閾値以上の場合に所定の処理を行う処理手段を更に備えたことを特徴としている。

【0026】請求項 5 の発明では、認識対象者が腕を素早く屈曲又は伸長させる動作を行えば、基準点と特徴点との距離が閾値以上の変化速度で変化し、これをトリガとして所定の処理が行われる。なお処理手段は、所定の処理として、例えば基準点と特徴点との距離が閾値以上の変化速度で変化したときに認識対象者が指し示していた特定箇所に関連する処理を行うことができる。

【0027】本発明は基準点及び特徴点の位置関係から認識対象者が指し示した特定箇所の 3 次元座標を判断しているが、請求項 5 の発明も基準点及び特徴点の位置（の変化）から所定の処理の実行が指示されたかを判断するので、撮像手段による撮像方向を、指の上げ下げ等の動作を考慮することなく、基準点及び特徴点が確実に検出できるように定めることができる。従って、請求項 5 の発明によれば、認識対象者による所定の処理の実行を指示する動作（腕を素早く屈曲又は伸長させる動作）を確実に検出することができる。

【0028】また、基準点と特徴点との距離の変化方向には 2 種類ある（距離が増加する方向及び減少する方向）ので、請求項 6 に記載したように、基準点と特徴点との距離が閾値以上の変化速度で増加した場合には第 1 の所定の処理を行い、基準点と特徴点との距離が閾値以上の変化速度で減少した場合には前記第 1 の所定処理と異なる第 2 の所定の処理を行うようにすることも可能である。

【0029】請求項 6 の発明では、認識対象者が腕を素早く伸長させる動作（この場合、基準点と特徴点との距

離は閾値以上の変化速度で増加する）を行うと第 1 の所定の処理が行われ、認識対象者が腕を素早く屈曲させる動作（この場合、基準点と特徴点との距離は閾値以上の変化速度で減少する）を行うと第 2 の所定の処理が行われるので、マウスの左クリックと右クリックのように、第 1 の所定処理及び第 2 の所定の処理のうち実行させるべき処理を認識対象者が選択することが可能となる。そして、認識対象者が上記の何れかの動作を行うことにより、第 1 の所定処理及び第 2 の所定の処理のうち認識対象者によって選択された処理を確実に実行することができる。

【0030】また、前述のように認識対象者の体格は一定ではないと共に、認識対象者の筋力等も一定ではないので、処理手段に所定の処理を行わせるために認識対象者が腕を素早く屈曲又は伸長させる動作を行ったとしても、基準点と特徴点との距離の変化速度は個々の認識対象者毎にばらつきがある。従って、所定の処理を行わせるために認識対象者が腕を素早く屈曲又は伸長させる動作を行ったとしても検出できなかったり、逆に認識対象者が前記動作を行っていないにも拘らず前記動作を誤検知することも考えられる。

【0031】このため請求項 7 記載の発明は、請求項 5 の発明において、処理手段に所定の処理を行わせるために腕を屈曲又は伸長させる動作を行うよう認識対象者に要請し、認識対象者が腕を屈曲又は伸長させる動作を行ったときの基準点と特徴点との距離の変化速度に基づいて前記閾値を予め設定する閾値設定手段を更に備えたことを特徴としている。

【0032】請求項 7 の発明では、処理手段に所定の処理を行わせるために認識対象者が腕を屈曲又は伸長させる動作（腕を素早く屈曲又は伸長させる動作）を行ったときの基準点と特徴点との距離の変化速度に基づいて、処理手段が所定の処理を行うか否かの閾値を予め設定するので、個々の認識対象者の体格や筋力等に応じた閾値を得ることができる。そして、この閾値を用いて所定の処理の実行が指示されたか否かを判断することにより、個々の認識対象者の体格や筋力等のばらつきに拘らず、認識対象者による所定の処理の実行を指示する動作を確実に検知して所定の処理を実行することができる。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態の一例を詳細に説明する。図 1 に示すように、本発明に係る認識対象者としての情報入力者 10 が到来する箇所の壁面には、請求項 4 に記載の表示手段に対応する大画面ディスプレイ 12 が埋め込まれている。

【0034】なお、ディスプレイ 12 は一点透視法や二点透視法に則って仮想的に 3 次元空間を表す 3 次元的画像を表示するためのものであり、液晶ディスプレイ（LCD）やプラズマディスプレイ、ブラウン管、光ファイバディスプレイ等の周知の表示装置を適用することがで

きる。また、上記のディスプレイ 1 2 に代えて、液晶シャッタやレンチキュラーレンズを利用した 3 次元ディスプレイや、ホログラフィー技術を適用して立体画像を表示する表示装置を適用してもよいし、更に液晶ゴーグル等を適用することも可能である。

【0035】ディスプレイ 1 2 はパーソナルコンピュータ等から成る情報処理装置 1 4 に接続されており（図 2 参照）、情報処理装置 1 4 により、3 次元的画像が表示面上に表示されると共に、メッセージ等の他の情報も前記 3 次元的画像に重ねて表示面上に表示される。本実施形態において、情報入力者 1 0 は、ディスプレイ 1 2 の前方の図 1 に示した空間（情報入力空間）に到来し、ディスプレイ 1 2 に表示されている 3 次元的画像が表す仮想的な 3 次元空間内の任意の箇所を指し示すと共に、クリック動作（詳細は後述）を行うことにより、情報処理装置 1 4 に対して各種の指示を与えたり各種の処理を実行させる。

【0036】図 2 に示すように、情報処理装置 1 4 には、本実施形態に係るハンドポインティング入力装置 2 0 のコントローラ 2 2 が接続されている。コントローラ 2 2 は、CPU 2 2 A、ROM 2 2 B、RAM 2 2 C、入出力インタフェース 2 2 D を備えており、これらがバスを介して互いに接続されて構成されている。入出力インタフェース 2 2 D には情報処理装置 1 4 が接続されていると共に、記憶内容を書換え可能な不揮発性の記憶装置 2 4、各種の情報を表示するためのディスプレイ 2 6、オペレータが各種の指示やデータを入力するためのキーボード 2 8、照明制御装置 3 0、撮像制御装置 3 4、及びマーク板駆動装置 3 8 が各々接続されている。

【0037】なお、ディスプレイ 1 2 に表示される 3 次元的画像は予め多数用意されており、記憶装置 2 4 には前記各種 3 次元的画像を表す多数の画像データが記憶されている。また記憶装置 2 4 には、各画像データに対応して、各 3 次元的画像が表す仮想 3 次元空間内の各箇所の 3 次元座標と、前記各箇所の 3 次元的画像上での位置（2 次元座標）と、の関係を表す座標データも記憶されている。なお、座標データに代えて関数式（画像の表示倍率もパラメータとして含んでいることが好ましい）等の形態で前記関係を記憶しておくようにしてもよい。

【0038】また照明制御装置 3 0 には、近赤外域の波長の光をビーム状に射出する複数の近赤外光照明装置 3 2 A、3 2 B が接続されている。図 1 に示すように、近赤外光照明装置 3 2 A、3 2 B は、情報入力空間の上方の互いに異なる箇所に配設されており、情報入力空間に到来した情報入力者 1 0 を、互いに異なる方向から照明するように照射範囲が調整されている。照明制御装置 3 0 は照明装置 3 2 A、3 2 B の点灯・消灯を制御する。

【0039】撮像制御装置 3 4 には、情報入力空間の上方の互いに異なる箇所に配設された（図 1 参照）複数のビデオカメラ 3 6 A、3 6 B が接続されている。ビデオ

カメラ 3 6 A、3 6 B は、図示は省略するが、近赤外光に感度を有する CCD 等から成るエリアセンサを備えていると共に、入射光をエリアセンサの受光面に結像させる結像レンズの光入射側に、近赤外域の波長の光のみを透過するフィルタが設けられている。

【0040】図 3 に示すように、ビデオカメラ 3 6 A、3 6 B は情報入力空間に到来した情報入力者 1 0 を互いに異なる方向から撮像するように向きが調整されている。また、ビデオカメラ 3 6 A は、情報入力空間に到来した情報入力者 1 0 が撮像範囲内に入り、かつ照明装置 3 2 A から射出された光が結像レンズに直接入射せず、かつ撮像範囲の中心が、情報入力空間内において照明装置 3 2 A による照明範囲の中心と床面から所定高さで交差するように（照明装置 3 2 A による床面上の照明範囲が撮像範囲から外れるように）、向き（撮像範囲）が調整されている。同様にビデオカメラ 3 6 B は、情報入力空間に到来した情報入力者 1 0 が撮像範囲内に入り、かつ照明装置 3 2 B から射出された光が結像レンズに直接入射せず、かつ撮像範囲の中心が、情報入力空間内において照明装置 3 2 B による照明範囲の中心と床面から所定高さで交差するように（照明装置 3 2 A による床面上の照明範囲が撮像範囲から外れるように）、向き（撮像範囲）が調整されている。

【0041】また図 4 に示すように、ハンドポインティング入力装置 2 0 は、情報入力空間の近傍に配設されたマーク板 4 0 を備えている。マーク板 4 0 は、透明な平板に多数のマーク 4 0 A がマトリクス状に等間隔で記録されて構成されており、マーク 4 0 A の配列方向に直交する方向（図 4 の矢印 A 方向）に沿って情報入力空間を横切るように移動可能とされている。なおマーク 4 0 A は、画像上での認識が容易な色（例えば赤色）に着色されている。入出力インタフェース 2 2 D に接続されたマーク板駆動装置 3 8 は、コントローラ 2 2 からの指示に応じてマーク板 4 0 を図 4 の矢印 A 方向に沿って移動させる。

【0042】次に本実施形態の作用として、まず、ハンドポインティング入力装置 2 0 が設置された際にコントローラ 2 2 によって実行される格子点位置情報初期設定処理について、図 5 のフローチャートを参照して説明する。

【0043】ステップ 1 0 0 では、マーク板駆動装置 3 8 により、マーク板 4 0 を所定位置（マーク板 4 0 の移動範囲の端部に相当する位置）に移動させる。次のステップ 1 0 2 では、現在のマーク板 4 0 の位置において、マーク板 4 0 に記録されている多数のマーク 4 0 A の情報入力空間内での 3 次元座標（ x , y , z ）を各々演算する。ステップ 1 0 4 では撮像制御装置 3 4 を介し、ビデオカメラ 3 6 A、3 6 B によって情報入力空間を撮像させ、次のステップ 1 0 6 では、ビデオカメラ 3 6 A が情報入力空間を撮像することによって得られた画像（以

下画像Aと称する)を撮像制御装置34を介して取り込む。

【0044】ステップ108では、ステップ106で取り込んだ画像A中に存在するマーク40Aの認識(抽出)を行い、次のステップ110では認識した全てのマーク40Aについて、画像A上での位置(X_A , Y_A)を演算する。そしてステップ112では、画像A中に存在する全てのマーク40Aについて、情報入力空間内の3次元座標(x , y , z)と、画像A上での位置(X_A , Y_A)とを対応させ、ビデオカメラ36Aの格子点位置情報として記憶装置24に記憶させる。

【0045】次のステップ114~120では、上記のステップ106~112と同様にしてビデオカメラ36Bに対する処理を行う。すなわち、ステップ114ではビデオカメラ36Bが情報入力空間を撮像することによって得られた画像(以下画像Bと称する)を撮像制御装置34を介して取り込み、ステップ116ではステップ114で取り込んだ画像B中に存在するマーク40Aの認識(抽出)を行い、次のステップ118では認識した全てのマーク40Aについて、画像B上での位置

(X_B , Y_B)を演算する。そしてステップ120では、画像B中に存在する全てのマーク40Aについて、情報入力空間内の3次元座標(x , y , z)と、画像B上での位置(X_B , Y_B)とを対応させ、ビデオカメラ36Bの格子点位置情報として記憶装置24に記憶させる。

【0046】次のステップ122では、マーク板40が最終位置(マーク板40の移動範囲のうちステップ100における所定位置と反対側の端部に相当する位置)迄移動したか否か判定する。ステップ122の判定が否定された場合にはステップ124へ移行し、マーク板駆動装置38により、マーク板40を所定方向に一定距離(詳しくは、マーク板40上におけるマーク40Aの間隔に一致する距離)だけ移動させた後にステップ102に戻る。

【0047】上記のように、マーク板40が最終位置に移動する迄、ステップ102~124が繰り返されることにより、マーク板40に記録されている多数のマーク40Aは、情報入力空間内に一定間隔で格子状に並ぶ多数の格子点に対応する位置へ移動され、ビデオカメラ36Aの格子点位置情報として、各格子点の情報入力空間内の3次元座標と画像A上での位置とが対応されて記憶装置24に記憶されると共に、ビデオカメラ36Bの格子点位置情報として、各格子点の情報入力空間内の3次元座標と画像B上での位置とが対応されて記憶装置24に記憶されることになる。

【0048】なお、マーク板40及びマーク板駆動装置38は、上記の格子点位置情報初期設定処理においてのみ用いられ、後述する処理では用いないので、上記の処理を実行した後に、マーク板40及びマーク板駆動装置

38を撤去するようにしてもよい。

【0049】またマーク40Aが記録されたマーク板40に代えて、透明な平板にLED等の多数の発光素子がマトリクス状に配設されたマーク板を用い、マーク板を一定距離ずつステップ移動させると共に、ステップ移動における各位置で多数の発光素子を順に点灯させることを繰り返すことによって上記の処理を行うようにしてもよい。また発光素子が取付けられたハンドを備え、該ハンドを情報入力空間内の任意の位置に移動可能とされたロボットアーム装置を用い、ロボットアーム装置によって各格子点に対応する各位置に発光素子を移動させて点灯させることを繰り返すことによって上記処理を行うことも可能である。

【0050】次に図6のフローチャートを参照し、上記の格子点位置情報初期設定処理が行われた後にコントローラ22で定期的に実行される指示判断処理について説明する。なお、この指示判断処理は情報入力空間に到来した情報入力者10からの指示の判断等を行うものである。

【0051】ステップ150では、ビデオカメラ36Aから出力される画像Aを表す画像データ、及びビデオカメラ36Bから出力される画像Bを表す画像データを各々取り込み、取り込んだ画像A及び画像Bの画像データに基づいて、情報入力空間内に情報入力者10が到来したか(存在しているか)否か判定する。

【0052】コントローラ22が指示判断処理を実行しているときには、図10に示すように、照明制御装置30は照明装置32A、32Bを交互に点灯させ、撮像制御装置34は、ビデオカメラ36Aによる情報入力空間の撮像が照明装置32Aが点灯しているときに行われ、ビデオカメラ36Bによる情報入力空間の撮像が照明装置32Bが点灯しているときに行われるように制御する。

【0053】ビデオカメラ36Aの撮像範囲は照明装置32Aによる床面上の照明範囲が撮像範囲から外れるように調整されているので、照明装置32Aによる床面上の照明範囲内に情報入力者10の荷物やゴミ等の非認識対象物50A(図3参照)が存在していたとしても、この非認識対象物50Aがビデオカメラ36Aの撮像範囲に入ることはない。また、床面上のビデオカメラ36Aによって撮像される範囲内に非認識対象物50B(図3参照)が存在していたとしても、非認識対象物50Bは照明装置32Aによる照明範囲から外れているので、画像A中に存在する非認識対象物50Bに相当する画像部の輝度は非常に低くなる。

【0054】同様に、ビデオカメラ36Bの撮像範囲は照明装置32Bによる床面上の照明範囲が撮像範囲から外れるように調整されているので、照明装置32Bによって照明される床面上に非認識対象物50Bが存在していたとしても、この非認識対象物50Bがビデオカメラ

3 6 B の撮像範囲に入ることではない。また、床面上のビデオカメラ 3 6 B によって撮像される範囲内に非認識対象物 5 0 A が存在していたとしても、画像 B 中に存在する非認識対象物 5 0 B に相当する画像部の輝度は非常に低くなる。

【0 0 5 5】従って、先のステップ 1 5 0 の判定は、例えば画像 A 及び画像 B 中に、高輝度でかつ所定値以上の面積の画像部が存在しているか否か等の極めて簡単な判断処理で済む。ステップ 1 5 0 の判定が否定された場合には、判定が肯定される迄待機する。

【0 0 5 6】情報入力空間に情報入力者 1 0 が到来すると、ステップ 1 5 0 の判定が肯定されてステップ 1 5 2 へ移行し、基準点・特徴点座標演算処理を起動する。この処理は本発明の演算手段に対応する処理であり、コントローラ 2 2 において、指示判断処理と並行して実行される。以下、この基準点・特徴点座標演算処理について、図 7 のフローチャートを参照して説明する。

【0 0 5 7】ステップ 2 1 0 ではビデオカメラ 3 6 A、3 6 B から画像 A 及び画像 B のデータを各々取り込み、次のステップ 2 1 2 では取り込んだ画像 A 及び画像 B から、情報入力者 1 0 の全体像に相当する画像部を各々抽

$$\begin{aligned}\theta &= \tan^{-1} (R/H) \\ \theta' &= \tan^{-1} \{R/(H-h)\} \\ r &= f \theta \\ r' &= f \theta'\end{aligned}$$

従って、情報入力者 1 0 の身長 h 及び距離 R は次の

(5) 式及び (6) 式によって求めることができる。

$$h = H \{1 - \tan(r/f) / \tan(r'/f)\} \quad \dots (5)$$

$$R = H \tan(r/f) \quad \dots (6)$$

距離 H 及び焦点距離 f は既知であるので、ステップ 2 1 4 ではビデオカメラ 3 6 A、3 6 B の撮像によって得られた画像 A 及び画像 B の何れかから距離 r 、 r' を求め、これを (5) 式に代入することにより情報入力者 1 0 の身長 h を求めることができる。また、ステップ 2 1 4 では、画像 A 及び画像 B の各々から距離 r を求め、これを (6) 式に各々代入して距離 R を各々求めることにより、情報入力者 1 0 の床面上の位置 (2 次元座標) を求める。

【0 0 6 1】次のステップ 2 1 6 では、ステップ 2 1 4 で求めた情報入力者 1 0 の身長 h 及び情報入力者 1 0 の床面上の位置に基づき、情報入力者 1 0 の基準点 P_0 の 3 次元座標 (x_0 、 y_0 、 z_0) を決定する。なお基準点 P_0 としては、例えば情報入力者 1 0 の背中に相当する点 (図 1 7 に示す点 P_0) を用いることができる。この場合、情報入力者 1 0 の身長 h に基づいて情報入力者 1 0 の背中に相当する基準点 P_0 の床面からの高さ (例えば z_0 の値) を割り出し、情報入力者 1 0 の床面上の位置 (平面座標) を基準点 P_0 の平面座標 (例えば x_0 、 y_0 の値) として設定することにより、基準点 P_0 の 3 次元座標を決定することができる。なお、情報入

出する。この情報入力者 1 0 の全体像に相当する画像部についても、高輝度の画素から成る所定値以上の面積の連続した領域を判断することで容易に抽出することができる。

【0 0 5 8】ステップ 2 1 4 では、情報入力者 1 0 の全体像に相当する画像部に基づき、情報入力者 1 0 の身長を求める。図 1 1 に示すように、点 O に位置しているビデオカメラ 3 6 の結像レンズの焦点距離を f 、点 O を通る鉛直線と情報入力空間の床面との交点 Q と点 O との距離を H 、点 Q と情報入力者 1 0 が立っている床面上の点 P との距離を R 、情報入力者 1 0 の頭頂部に相当する点 P' と点 P との距離 h を情報入力者 1 0 の身長とする。また、点 POQ の成す角度を θ 、点 $P'OQ$ の成す角度を θ' 、ビデオカメラ 3 6 のエリアセンサの受光面に結像される情報入力者 1 0 の像の長さを h' 、点 P に対応する受光面上の結像点を点 p 、点 P' に対応する受光面上の結像点を点 p' 、受光面の中心 o と点 p との距離を r 、受光面の中心 o と点 p' との距離を r' とすると、角度 θ 、 θ' 、距離 r 、 r' は次の (1) ~ (4) 式から求めることができる。

$$\theta = \tan^{-1} (R/H) \quad \dots (1)$$

$$\theta' = \tan^{-1} \{R/(H-h)\} \quad \dots (2)$$

$$r = f \theta \quad \dots (3)$$

$$r' = f \theta' \quad \dots (4)$$

【0 0 6 0】

力者 1 0 の背中に相当する点に代えて、情報入力者 1 0 の胸部に相当する点や、情報入力者 1 0 の腕の付け根に相当する点等を用いてもよい。

【0 0 6 2】ステップ 2 1 8 では、画像 A 及び画像 B 上での情報入力者 1 0 の全体像に相当する画像部の形状に基づいて、情報入力者 1 0 が指等によりディスプレイ 1 2 側を指し示す動作 (指示動作) を行っているか否か判定する。情報入力者 1 0 から見たディスプレイ 1 2 の方向は既知であるので、ステップ 2 1 8 の判定は、例えば情報入力者 1 0 の全体像に相当する画像部において、情報入力者 1 0 の手に相当すると判断できる高さ位置に、情報入力者 1 0 から見たディスプレイ 1 2 の方向に向かって突出している部分が有るか否かを判断することで実現できる。

【0 0 6 3】これにより、情報入力者 1 0 が、図 1 2

(A) に示す直立状態から、図 1 2 (B) 又は (C) に示すように腕を上げて手をディスプレイ 1 2 側に向ければ、情報入力者 1 0 が指示動作を行っていると判定されることになる。ステップ 2 1 8 の判定が否定された場合には、特徴点の 3 次元座標の演算 (詳細は後述) を行うことなくステップ 2 1 0 に戻り、情報入力者 1 0 が指示

動作を行う迄ステップ 2 1 0 ~ 2 1 8 を繰り返す。

【0 0 6 4】情報入力者 1 0 が指示動作を行うと、ステップ 2 1 8 の判定が肯定され、ステップ 2 2 0 へ移行する。ステップ 2 2 0 では、ビデオカメラ 3 6 A から取り込んだ画像 A を表す画像データに基づいて、画像 A 中に存在する情報入力者 1 0 の特徴点 P_i を抽出し、画像 A 上での特徴点 P_i の位置 (X_i, Y_i) を演算する。情報入力者 1 0 の特徴点 P_i としては、ディスプレイ 1 2 側を指し示す動作を行っている指の先端に相当する点等を用いることができる。この場合、情報入力者 1 0 の全体像を表す画像部のうち、情報入力者 1 0 の手に相当すると判断できる高さ位置に、ディスプレイ 1 2 の方向に向かって突出している部分の先端の位置を、特徴点 P_i の位置として演算することができる。

【0 0 6 5】これにより、ビデオカメラ 3 6 A によって情報入力者 1 0 の手が図 1 3 (A) に示すように撮像された場合、特徴点 P_i の位置として、図 1 3 (B) に示す特徴点 P_i の座標 (X_i, Y_i) が演算されることになる。

【0 0 6 6】ステップ 2 2 2 では、記憶装置 2 4 に記憶されているビデオカメラ 3 6 A の格子点位置情報に基づき、画像 A 上での位置が $(X_i \pm dX, Y_i \pm dY)$ の範囲 (図 1 3 (B) にハッチングで囲んだ範囲を参照) に入る格子点を全て検索する。なお、この dX 及び dY の大きさは、格子点の間隔 (マーク 4 0 A の間隔) に基づき、少なくとも 1 個以上の格子点が抽出されるように定められている。

【0 0 6 7】また、本実施形態ではビデオカメラの結像レンズとして広角レンズを用いており、仮に dX 及び dY を一定とすると、ビデオカメラと格子点との距離が大きくなるに従って多くの格子点が $(X_i \pm dX, Y_i \pm dY)$ の範囲に入り、後述する特徴点 P_i の 3 次元座標の演算の精度の低下に繋がる。このため、 dX 及び dY は、3 次元座標上でのビデオカメラからの距離が離れるに従って値が小さくなるように設定される。従って、3 次元座標上での $(X_i \pm dX, Y_i \pm dY)$ に相当する範囲は、底面がビデオカメラ側に位置している円錐状 (又は楕円錐状) となる。

【0 0 6 8】ステップ 2 2 4 では、先のステップ 2 2 0 と同様に、ビデオカメラ 3 6 B から取り込んだ画像 B を表す画像データに基づいて、画像 B 中に存在する情報入力者 1 0 の特徴点 P_i を抽出し、画像 B 上での特徴点 P_i の位置 (X_i, Y_i) を演算する。ステップ 2 2 6 では、先のステップ 2 2 2 と同様に、記憶装置 2 4 に記憶されているビデオカメラ 3 6 B の格子点位置情報に基づき、画像 B 上での位置が $(X_i \pm dX, Y_i \pm dY)$ の範囲に入る格子点を全て検索する。

【0 0 6 9】次のステップ 2 2 8 では、画像 A 及び画像 B から共通に抽出した格子点を判定する。これにより、情報入力空間内で特徴点 P_i に近接した位置に存在して

いる格子点のみが複数抽出されることになる。ステップ 2 3 0 では、画像 A 及び画像 B から共通に抽出した格子点の 3 次元座標を、格子点位置情報から取り込む。

【0 0 7 0】本実施形態では、後述するように特徴点 P_i の 3 次元座標を情報入力空間内で特徴点に近接した位置に存在している複数の格子点の 3 次元座標から内挿によって演算する (具体的には、前記複数の格子点の 3 次元座標の座標値の重み付き平均により特徴点の 3 次元座標の座標値を求める)。このため、特徴点 P_i の 3 次元座標の演算に先立ち、次のステップ 2 3 2 では、画像 A 及び画像 B から共通に抽出した各格子点の画像 A 及び画像 B 上での位置、画像 A 上での特徴点 P_i の位置 (X_i, Y_i) 、画像 B 上での特徴点 P_i の位置 (X_i, Y_i) に基づいて、画像 A 及び画像 B から共通に抽出した各格子点の 3 次元座標からの内挿の割合 (各格子点の 3 次元座標の座標値に対する重み) を決定する。この内挿の割合は、例えば画像 A 及び画像 B 上で特徴点と近接した位置に存在している格子点の 3 次元座標の座標値の重みが大きくなるように決定することができる。

【0 0 7 1】そしてステップ 2 3 4 では、画像 A 及び画像 B から共通に抽出した格子点の 3 次元座標、及びステップ 2 3 2 で決定した内挿の割合に基づいて、特徴点 P_i の 3 次元座標 (X_i, Y_i, Z_i) を演算する。

【0 0 7 2】上記のようにして特徴点 P_i の 3 次元座標を演算するとステップ 2 1 0 へ戻り、ステップ 2 1 0 以降の処理を繰り返す。このように、基準点・特徴点座標演算処理では画像 A 及び画像 B から情報入力者 1 0 の基準点 P_0 及び特徴点 P_i (但し、情報入力者 1 0 が指示動作を行っている場合) の 3 次元座標を繰り返し演算するので、基準点・特徴点座標演算処理によって演算される基準点 P_0 及び特徴点 P_i の 3 次元座標の値は、情報入力者 1 0 の姿勢や動作の変化に応じて値が逐次更新されることになる。

【0 0 7 3】またコントローラ 2 2 は、指示判断処理 (図 6) のステップ 1 5 2 で基準点・特徴点座標演算処理を起動すると、上述した基準点・特徴点座標演算処理と並行して指示判断処理のステップ 1 5 4 以降の処理を実行する。すなわち、ステップ 1 5 4 では距離変換条件設定処理を行う。この距離変換条件設定処理について、図 8 のフローチャートを参照して説明する。なお、距離変換条件設定処理は請求項 3 に記載の変換条件設定手段に対応している。

【0 0 7 4】ステップ 2 5 0 では、ディスプレイ 1 2 に表示している 3 次元画像が表示仮想 3 次元空間において、情報入力者 1 0 から見て奥行方向の略中間部 (ニュートラルポイントという) に相当する箇所の 3 次元座標を、記憶装置 2 4 に記憶されている座標データ等に基づいて求め (関数式を用いて演算により求めてもよい)、ディスプレイ 1 2 の表示面上における前記ニュートラル

ポイントの位置（ニュートラルポイントの表示位置）を演算し、ディスプレイ 1 2 の表示面上の前記演算した表示位置にマーカを表示するよう情報処理装置 1 4 に指示する。

【0075】これにより、情報処理装置 1 4 はディスプレイ 1 2 の表示面上の前記表示位置にマーカを表示し、表示されたマーカは、仮想 3 次元空間内のニュートラルポイントに位置しているように情報入力者 1 0 に視認されることになる。なお、マーカとしては、例えば図 1 8 に示す円形のカーソル 5 2 等を用いることができるが、

10 情報入力者 1 0 が容易に認識できるものであればよく、任意の形状のマーカを採用することができる。

【0076】次のステップ 2 5 2 では、ディスプレイ 1 2 に表示したマーカを指し示す動作の実行を情報入力者 1 0 に要請するメッセージをディスプレイ 1 2 に表示するよう情報処理装置 1 4 に指示する。これにより、情報処理装置 1 4 はディスプレイ 1 4 に前記メッセージを表示し、情報入力者 1 0 は表示されたメッセージに従って、図 1 2 (A) に示す直立状態から、図 1 2 (C) に示すように腕を上げて手をディスプレイ 1 2 側に向け、

20 ディスプレイ 1 2 に表示されている 3 次元的画像が表す仮想 3 次元空間内のマーカが存在している方向に手を向けると共に、仮想 3 次元空間におけるマーカ迄の距離に依じて腕を屈曲又は伸長させる。

【0077】情報入力者 1 0 は、仮想 3 次元空間において遠方に位置していると認識した物体を指し示すときには腕を伸長させ（図 1 4 (A) 参照）、仮想 3 次元空間において近辺に位置していると認識した物体を指し示すときには腕を屈曲させる（図 1 4 (C) 参照）。前述のように、マーカは仮想 3 次元空間内のニュートラルポイントに位置しているように視認されるので、このマーカを指し示す動作では、情報入力者 1 0 の腕は図 1 4

(B) に示すように半ば屈曲された状態となる。

【0078】次のステップ 2 5 4 では、基準点・特徴点座標演算処理による処理結果（基準点 P_0 、及び特徴点 P_1 の 3 次元座標）を取り込み、ステップ 2 5 6 では情報入力者がディスプレイ 1 2 の表示面を指し示す指示動作を行っているか否か判定する。基準点・特徴点座標演算処理では、情報入力者 1 0 が指示動作を行っている場合（ステップ 2 1 8 の判定が肯定された場合）にのみ特徴点 P_1 の 3 次元座標を演算するので、ステップ 2 5 4 の判定は、特徴点 P_1 の 3 次元座標が演算されたか否かを判断することで行うことができる。

【0079】ステップ 2 5 4 の判定が否定された場合にはステップ 2 5 4 に戻り、情報入力者 1 0 が指示動作を行う迄ステップ 2 5 4、2 5 6 を繰り返す。ステップ 2 5 6 の判定が肯定されるとステップ 2 5 8 へ移行し、ステップ 2 5 4 で取り込んだ基準点 P_0 、及び特徴点 P_1 の 3 次元座標から基準点 P_0 と特徴点 P_1 との距離 k を演算し、演算結果を距離 $k_{i,j}$ として、情報入力者 1 0 を

含む仮想 3 次元空間における情報入力者 1 0 とニュートラルポイントとの距離 $L_{i,j}$ （仮想距離）と対応させて記憶する。

【0080】次のステップ 2 6 0 では、腕を全ストローク分屈曲及び伸長させる動作の実行を情報入力者 1 0 に要請するメッセージをディスプレイ 1 2 に表示するよう情報処理装置 1 4 に指示する。これにより、情報処理装置 1 4 はディスプレイに前記メッセージを表示し、情報入力者 1 0 は表示されたメッセージに従って、腕を伸長させて図 1 4 (A) に示すように腕を真っ直ぐに伸ばした状態にし、続いて腕を屈曲させて図 1 4 (C) に示すように腕を折り畳んだ状態にする動作を繰り返す。

【0081】次のステップ 2 6 2 では、基準点・特徴点座標演算処理による処理結果を取り込み、ステップ 2 6 4 では情報入力者 1 0 がディスプレイ 1 2 の表示面を指し示す動作を行っているか否か判定する。ステップ 2 6 4 の判定が否定された場合にはステップ 2 6 2 に戻り、情報入力者 1 0 が指示動作を行う迄ステップ 2 6 2、2 6 4 を繰り返す。ステップ 2 6 4 の判定が肯定されるとステップ 2 6 6 へ移行する。

【0082】ステップ 2 6 6 では、ステップ 2 6 2 で取り込んだ基準点 P_0 、及び特徴点 P_1 の 3 次元座標から基準点 P_0 と特徴点 P_1 との距離 k を演算・記憶すると共に、距離 k の変化方向が変化（増加方向から減少方向に変化、或いは減少方向から増加方向に変化）したか否か判定する。この判定は、ステップ 2 6 6 を 1 回目及び 2 回目に実行するときには無条件で否定されるが、2 回目以降の実行時には、今回演算した距離 k の値を前回演算した距離 k の値と比較して距離 k の変化方向を判断し、3 回目以降の実行時には、今回判断した距離 k の変化方向を前回判断した距離 k の変化方向と比較することで前記判定が行われる。

【0083】上記判定が否定された場合にはステップ 2 6 2 に戻り、ステップ 2 6 2 ~ 2 6 6 を繰り返す。一方、距離 k の変化方向が変化したときは、腕を真っ直ぐに伸ばした状態（図 1 4 (A) 参照）か、又は腕を折り畳んだ状態（図 1 4 (C) 参照）に近い状態であるので、ステップ 2 6 6 の判定が肯定されてステップ 2 6 8 へ移行し、このときの基準点 P_0 と特徴点 P_1 との距離 k （距離 k は、腕を真っ直ぐに伸ばした状態で最大、腕を折り畳んだ状態で最小となる）を記憶する。次のステップ 2 7 0 では距離 k の最大値 k_{max} 、及び最小値 k_{min} を各々取得したか否か判定する。判定が否定された場合にはステップ 2 6 2 に戻り、ステップ 2 6 2 ~ 2 7 0 を繰り返す。

【0084】最大値 k_{max} 、及び最小値 k_{min} を各々取得するとステップ 2 7 2 へ移行し、情報入力者 1 0 の基準点 P_0 と特徴点 P_1 との距離 k を、情報入力者 1 0 と情報入力者 1 0 が指し示した箇所との距離 L （仮想距離）に変換するための距離変換条件を設定する。この距離変

換条件は、3次元画像が表す仮想3次元空間において、情報入力者10から見て最も手前側の箇所と情報入力者10との距離（仮想距離）を L_{10} 、情報入力者10から見て最も奥側の箇所と情報入力者10との距離（仮想距離）を L_{20} 、ニュートラルポイントと情報入力者10との距離（仮想距離）を L_{10} としたときに、例として図15に示すように、距離 k_{10} が距離 L_{10} に、距離 k_{20} が距離 L_{20} に、距離 k_{10} が距離 L_{10} に、距離 k_{20} が距離 L_{20} に各々変換されるように、最小自乗法等を適用して定めることができる。

【0085】情報入力者10の腕の長さ等には個人差があり、腕を屈曲・伸長させたときの距離 k の変化幅（ $k_{10} - k_{20}$ ）にも個人差があるが、上述した距離変換条件設定処理は情報入力空間に情報入力者10が到来する毎に実行され、情報入力者10の基準点 P_0 と特徴点 P_1 の距離 k の最大値及び最小値を求め、距離 k の変化幅（ $k_{10} - k_{20}$ ）が、仮想3次元空間内の各箇所と情報入力者10との距離 L の変化幅（ $L_{10} - L_{20}$ ）に対応するように距離変換条件を定めているので、情報入力空間に新たな情報入力者10が到来すると、距離変換条件として、到来した情報入力者10の腕の長さ等に応じた適切な変換条件を得ることができる。

【0086】また、上記の距離変換条件は、情報入力者10がニュートラルポイントを指し示す動作を行ったときの基準点 P_0 と特徴点 P_1 との距離 k も考慮して変換特性を定めているので、情報入力者10の感覚に合致した変換特性となり、情報入力者10によって指し示された箇所と情報入力者10との距離 L を正確に判断することができる。

【0087】上記のようにして距離変換条件設定処理を行うと、次のステップ156（図6参照）ではクリック動作速度設定処理を行う。このクリック動作速度設定処理について、図9のフローチャートを参照して説明する。なお、クリック動作速度設定処理は請求項7に記載の閾値設定手段に対応している。

【0088】ステップ290では、クリック動作の実行を情報入力者10に要請するメッセージをディスプレイ12に表示するよう情報処理装置14に指示し、情報処理装置14はディスプレイ12に前記メッセージを表示させる。本実施形態では、情報入力者10が前方に手を素早く移動させる動作（図16（A）参照、以下「前進クリック」という）、及び情報入力者10が後方に手を素早く移動させる動作（図16（B）参照、以下「後進クリック」という）をクリック動作として定めている。ディスプレイ12に前記メッセージが表示されると、情報入力者10は腕を屈曲又は伸長させ、前進クリック動作又は後進クリック動作を繰り返す。

【0089】次のステップ292では、基準点・特徴点座標演算処理による処理結果（基準点 P_0 及び特徴点 P_1 の3次元座標）を取り込み、ステップ294では情報

入力者10がディスプレイ12を指し示す指示動作を行っているか否かを判定する。ステップ294の判定が否定された場合にはステップ292に戻り、情報入力者10が指示動作を行う迄ステップ292、294を繰り返す。ステップ294の判定が肯定されるとステップ296へ移行する。

【0090】ステップ296では、ステップ292で取り込んだ基準点 P_0 及び特徴点 P_1 の3次元座標から基準点 P_0 と特徴点 P_1 との距離 k を演算する。また、ステップ296は繰り返し実行されるが、2回目以降の実行時には、今回演算した距離 k の値と前回演算した距離 k の値との差に基づいて距離 k の変化速度 V （基準点 P_0 に対する特徴点 P_1 の位置の移動速度）を演算し、演算結果を記憶する。

【0091】次のステップ298では、クリック動作の実行を要請するメッセージをディスプレイ12に表示してから所定時間が経過したか否かを判定する。判定が否定された場合にはステップ292に戻り、ステップ292～298を繰り返す。従って、クリック動作の実行を要請するメッセージを表示してから所定時間が経過する迄の間は、基準点 P_0 と特徴点 P_1 との距離 k の変化速度 V が繰り返し演算・記憶されることになる。

【0092】ステップ298の判定が肯定されるとステップ300へ移行し、先に演算・記憶した変化速度 V を取り込み、情報入力者10が1回のクリック動作を行っている間の変化速度 V の推移に基づいてクリック動作速度 V （請求項5～請求項7に記載の閾値に対応）を設定・記憶する。このクリック動作速度 V は、後述する処理において、情報入力者10がクリック動作を行ったか否かを判定するための閾値として用いる。このため、情報入力者10がクリック動作を行ったことを確実に判定するために、クリック動作速度 V としては、例えば情報入力者10の1回のクリック動作における変化速度 V の平均値よりも若干低い値を設定することができる。また、情報入力者10の1回のクリック動作における変化速度 V の最小値をクリック動作速度 V として設定するようにしてもよい。

【0093】情報入力者10が腕を屈曲又は伸長させてクリック動作を行ったときの特徴点 P_1 の移動速度（変化速度 V ）は情報入力者10毎にばらつきがあるが、上記のクリック動作速度設定処理は情報入力空間に情報入力者10が到来する毎に実行されるので、情報入力空間に新たな情報入力者10が到来すると、クリック動作速度 V として到来した情報入力者10の体格や筋力等に応じた適切な値が新たに設定されることになる。

【0094】上述したクリック動作速度設定処理を終了すると、指示判断処理（図6参照）のステップ158へ移行し、ステップ158以降で情報入力者10からの指示を判断する判断処理を行う。すなわち、ステップ158では基準点・特徴点座標演算処理による処理結果（基

10

20

30

40

50

準点 P。及び特徴点 P_i の 3 次元座標) を取り込み、ステップ 1 6 0 では情報入力者 1 0 が指示動作を行っているか否か判定する。

【0 0 9 5】ステップ 1 6 0 の判定が否定された場合にはステップ 1 9 4 へ移行し、情報入力空間から情報入力者 1 0 が退去したか否か判定する。この判定についても、先に説明したステップ 1 5 0 と同様に、画像 A 及び画像 B から高輝度でかつ所定値以上の面積の画像部が無くなったか否か等の極めて簡単な判断処理で済む。上記判定が否定された場合にはステップ 1 5 8 に戻り、情報入力者 1 0 が指示動作を行う迄ステップ 1 5 8、1 6 0、1 9 4 を繰り返す。

【0 0 9 6】また、ステップ 1 6 0 の判定が肯定されるとステップ 1 6 2 へ移行し、先のステップ 1 5 8 で取り込んだ基準点 P。及び特徴点 P_i の 3 次元座標に基づき、上記の基準点と特徴点とを結ぶ仮想線 (図 1 7 の仮想線 5 4 参照) と、ディスプレイ 1 2 の表示面を含む平面と、の交点 (図 1 7 の点 S 参照) の座標 (平面座標) を演算する。そして次のステップ 1 6 4 では、ステップ 1 6 2 で求めた交点 S の座標に基づいて、情報入力者 1 0 がディスプレイ 1 2 の表示面上を指し示しているか否か判定する。この判定が否定された場合にはステップ 1 9 4 へ移行し、ステップ 1 5 8 ~ 1 6 4、ステップ 1 9 4 を繰り返す。

【0 0 9 7】一方、ステップ 1 6 4 の判定が肯定された場合は、ディスプレイ 1 2 に表示されている 3 次元的画像が表す仮想 3 次元空間内の特定箇所を情報入力者 1 0 が指し示していると判断できる。このためステップ 1 6 6 へ移行し、先に取り込んだ基準点 P。及び特徴点 P_i の 3 次元座標に基づき、情報入力者 1 0 が指し示している箇所 (指示箇所) が存在している方向として、基準点 P。と特徴点 P_i とを結ぶ仮想線の延びる方向 (基準点 P。から特徴点 P_i に向かう方向) を演算する。

【0 0 9 8】ステップ 1 6 8 では、先に取り込んだ基準点 P。及び特徴点 P_i の 3 次元座標に基づいて基準点 P。と特徴点 P_i の距離 k を演算し、前述の距離変換条件設定処理 (図 8 参照) で設定した距離変換条件 (図 1 5 参照) に従って、図 1 8 にも示すように、基準点 P。と特徴点 P_i の距離 k を情報入力者 1 0 と前記指示箇所との距離 L (仮想距離) に変換する。ステップ 1 7 0 では、情報入力者 1 0 による指示箇所は、情報入力者 1 0 を含む仮想 3 次元空間において、基準点 P。からステップ 1 6 6 で演算した方向にステップ 1 6 8 で求めた距離 L だけ隔てた箇所であるとみなして、仮想 3 次元空間における情報入力者 1 0 による指示箇所の 3 次元座標値を演算する。

【0 0 9 9】これにより、ディスプレイ 1 2 に表示されている 3 次元的画像が表す仮想 3 次元空間内の任意の箇所を情報入力者 1 0 が指し示したとしても、指し示された箇所の 3 次元座標を判断することができる。なお、上

記のステップ 1 6 6 ~ 1 7 0 は本発明の判断手段に対応している。

【0 1 0 0】ステップ 1 7 2 では、ステップ 1 7 0 で演算した指示箇所の 3 次元座標を、記憶装置 2 4 に記憶されている座標データに従って、ディスプレイ 1 2 の表示面上における指示箇所の位置 (2 次元座標) に変換し

(関数式を用いて演算により求めてもよい)、前記位置にカーソル 5 2 が表示されるように情報処理装置 1 4 に指示する (図 1 8 参照)。なお、ディスプレイ 1 2 に表示するカーソル 5 2 の大きさを、ステップ 1 6 8 で求めた距離 L の大きさが大きくなるに従って小さくするようにしてもよい。

【0 1 0 1】ところで本実施形態では、情報入力者 1 0 がディスプレイ 1 2 への 3 次元的画像の表示倍率の変更 (ズームイン又はズームアウト) を指示することも可能とされており、情報入力者 1 0 による仮想 3 次元空間内の特定箇所を指し示している動作と、情報入力者 1 0 による 3 次元的画像のディスプレイ 1 2 への表示倍率の変更を指示する動作と、を区別するために、一例として情報入力者 1 0 が指示動作を行うときには、情報入力者 1 0 が手の形を人指し指以外の指を折り曲げた形 (図 1 9 (A) 参照) とし、情報入力者 1 0 が表示倍率の変更を指示するときには、情報入力者 1 0 が手の形を親指以外の指を伸ばした形 (図 1 9 (B) 参照) とすることを予め定めている。

【0 1 0 2】次のステップ 1 7 4 では、情報入力者 1 0 の手が特定の形 (親指以外の指を伸ばした形) になっているか否か、すなわち情報入力者 1 0 が 3 次元的画像の表示倍率の変更を指示しているか否か判定する。なお、このステップ 1 7 4 は、請求項 4 に記載の判定手段に対応している。

【0 1 0 3】ステップ 1 7 4 の判定が否定された場合には、情報入力者 1 0 は 3 次元的画像の表示倍率の変更を指示する動作を行っていないと判断してステップ 1 7 6 へ移行し、先のステップ 1 6 8 で演算された距離 k の変化の有ったか否か判定する。なお、ステップ 1 6 8 は情報入力者 1 0 がディスプレイ 1 2 の表示面を指し示す動作を行っている間 (ステップ 1 6 4 の判定が肯定されている間) 繰り返し実行されるが、ステップ 1 6 8 で最初に距離 k が演算されたときには、距離 k の変化の有無を判定できないのでステップ 1 7 6 の判定は無条件に否定される。

【0 1 0 4】ステップ 1 7 6 の判定が肯定された場合にはステップ 1 7 8 へ移行し、距離 k の変化速度 V を演算し、演算した変化速度 V が閾値 (クリック動作速度設定処理によって設定されたクリック動作速度 V。) 以上か否か判定する。なお、ステップ 1 7 8 についても、ステップ 1 6 8 で最初に距離 k が演算されたときには、距離 k の変化速度 V を演算することができないので判定は無条件に否定される。ステップ 1 7 6 又はステップ 1 7 8

の判定が否定された場合には、情報入力者 1 0 はクリック動作を行っていないと判断し、ステップ 1 9 4 へ移行する。

【0 1 0 5】また、ステップ 1 7 6、1 7 8 の判定が各々肯定された場合には情報入力者 1 0 がクリック動作を行ったと判断し、ステップ 1 8 0 において距離 k の変化方向を判定し、判定結果に応じて分岐する。距離 k が減少方向に変化していた場合には、情報入力者 1 0 が腕を素早く伸長させる前進クリック動作を行ったと判断できるので、ステップ 1 8 2 へ移行し、前進クリックが有ったことを表す情報を情報処理装置 1 4 に出力し、ステップ 1 9 4 へ移行する。また、距離 k が増加方向に変化していた場合には、情報入力者 1 0 が腕を素早く屈曲させる後進クリック動作を行ったと判断できるので、ステップ 1 8 4 へ移行し、後進クリックが有ったことを表す情報を情報処理装置 1 4 に出力し、ステップ 1 9 4 へ移行する。

【0 1 0 6】情報処理装置 1 4 では、前進クリックが有ったことを表す情報又は後進クリックが有ったことを表す情報が入力されると、情報入力者 1 0 による現在の指示箇所がクリックされたと判断し、前進クリックが有った場合には現在の指示箇所に対応する第 1 の処理を、後進クリックが有った場合には現在の指示箇所に対応する第 2 の処理（第 1 の処理と異なる処理）を行う。なお、この第 1 の処理、第 2 の処理は、請求項 5 に記載の所定の処理（より詳しくは、請求項 6 に記載の第 1 の所定の処理、第 2 の所定の処理）に対応しており、例えば仮想 3 次元空間内の指示箇所に関連する処理（指示箇所に位置している物体に関連する処理）を行うことができる（具体例は後述）。

【0 1 0 7】このように、ステップ 1 7 8 ~ 1 8 4 は、実際に第 1 の処理、第 2 の処理を行う情報処理装置 1 4 と共に請求項 5 に記載の処理手段（より詳しくは請求項 6 に記載の処理手段）に対応している。

【0 1 0 8】一方、ステップ 1 7 4 の判定が肯定された場合にはステップ 1 8 6 へ移行し、先のステップ 1 6 8 で演算された距離 k の変化の有るか否かを判定する。なお、このステップ 1 8 6 についても、ステップ 1 6 8 で最初に距離 k が演算されたときには、距離 k の変化の有無を判定できないので判定は無条件に否定される。ステップ 1 8 6 の判定が否定された場合には、情報入力者 1 0 の手の形は 3 次元的画像の表示倍率の変更を指示するときの形になっているものの、表示倍率をどの程度変更するかが指示されていないとみなしてステップ 1 9 4 へ移行する。

【0 1 0 9】一方、ステップ 1 8 6 の判定が肯定された場合にはステップ 1 8 8 へ移行し、距離 k の変化量を演算し、所定の変換条件に従って距離 k の変化量を 3 次元的画像の表示倍率の変更量に変換する。ステップ 1 9 0 では、ステップ 1 8 8 で演算した表示倍率の変更量に

じてディスプレイ 1 2 への 3 次元的画像の表示倍率が変更され、かつ情報入力者 1 0 による現在の指示箇所（ステップ 1 7 0 で演算した 3 次元座標に対応する箇所）がディスプレイ 1 2 の表示面上の略中心に位置するように、ディスプレイ 1 2 に 3 次元的画像を再表示するよう情報処理装置 1 4 に指示する。

【0 1 1 0】これにより、例として図 2 0 (A) に示すように、宇宙空間を表す 3 次元的画像をディスプレイ 1 2 に表示し、情報入力者 1 0 が前記 3 次元的画像中のスペースシャトル 5 4 を指し示している状態で、情報入力者 1 0 によって 3 次元的画像の拡大表示（ズームイン）が指示された場合には、図 2 0 (B) に示すように、ディスプレイ 1 2 の表示面の中心にスペースシャトル 5 4 が位置し、かつ指示された表示倍率の変更量に応じて 3 次元的画像が拡大表示されるように 3 次元的画像が再表示されることになる。

【0 1 1 1】また、前記状態で 3 次元的画像の縮小表示（ズームアウト）が指示された場合には、図 2 0 (C) に示すように、ディスプレイ 1 2 の表示面の中心にスペースシャトル 5 4 が位置し、かつ指示された表示倍率の変更量に応じて 3 次元的画像が縮小表示されるように 3 次元的画像が再表示されることになる。

【0 1 1 2】このように、ステップ 1 8 6 ~ 1 9 0 の処理は、実際に 3 次元的画像の表示を制御する情報処理装置 1 4 と共に、請求項 4 に記載の表示制御手段に対応している。なお、上記の表示倍率の変更に伴って、仮想 3 次元空間内の各箇所と情報入力者 1 0 との仮想距離も変化するので、前述のステップ 1 9 0 では仮想距離の変化に応じた距離変換条件の修正も行う。次のステップ 1 9 2 では、再表示した 3 次元的画像に応じてカーソル 5 2 を再表示し、ステップ 1 9 4 へ移行する。

【0 1 1 3】上記処理により、情報入力空間に到来した情報入力者 1 0 が、ディスプレイ 1 2 に表示されている 3 次元的画像を表す仮想 3 次元空間内の任意の箇所を指し示す動作を行うと、ディスプレイ 1 2 の表示面上の指し示した箇所に対応する位置にカーソル 5 2 が表示され、前記情報入力者 1 0 が前進クリック動作又は後進クリック動作を行うと、所望の処理（例えば指し示した箇所に関連する処理）が実行されることになる。

【0 1 1 4】また、前記情報入力者 1 0 が、手の形を親指以外の指を伸ばした形とし、ディスプレイ 1 2 に表示されている 3 次元的画像の表示倍率が所望の倍率となるように腕を屈曲又は伸長させれば、ディスプレイ 1 2 に表示されている 3 次元的画像の表示倍率が所望の倍率に変更され、指し示している箇所を中心として 3 次元的画像が再表示されることになる。なお、腕を大きく屈曲又は伸長させても 3 次元的画像の表示倍率の変化が不足していた場合には、一旦、手の形を人差し指以外の指を折り曲げた形として腕の屈曲・伸長度合いを戻した後に、再度表示倍率の変更を指示する動作を行うようにしても

よい。

【0115】なお、情報入力空間から情報入力者 10 が退去するとステップ 194 の判定が肯定され、ステップ 196 で基準点・特徴点座標演算処理（図 7）の実行を停止させた後にステップ 150 に戻り、情報入力空間に情報入力者 10 が再度到来する迄待機する。そして、情報入力空間に情報入力者 10 が再度到来すると、ステップ 152 以降の処理が繰り返される。

【0116】ハンドポインティング入力装置 20 のコントローラ 22 において、上記の指示判断処理を実行することにより、情報入力者 10 によるディスプレイ 12 上の表示面上の指示位置及びクリック動作の有無をリアルタイムで判断することができるので、情報処理装置 14 で実行される処理と組み合わせることで、以下で説明するように種々の利用形態での利用が可能となる。

【0117】例えば多数の船舶が並んでいる状況を俯瞰撮影した 3 次元的画像をディスプレイ 12 に表示し、3 次元的画像が表示する仮想 3 次元空間内の特定の船舶を利用者（情報入力者）が指し示している状態で、特定の指示（例えば前進クリック）が有った場合には、例えば前記船舶の諸元を表示し、他の特定の指示（例えば後進クリック）が有った場合には、例えば前記船舶と関連のある船舶を他の船舶と区別して表示し、拡大表示が指示された場合には前記船舶を中心として拡大表示させる等により、船舶データベース検索用のインタフェースとして利用することができる。なお、船舶に代えて、自動車や航空機、自転車、電気製品、機械部品等の各種データベースの検索に利用することも可能であることは言うまでもない。

【0118】また、例えばビルディングを設計する過程で作成された CAD データに基づいて、鉄骨が組み上がった状況での前記ビルディング内部を撮像したに相当する 3 次元的画像の画像データを生成し、前記 3 次元的画像をディスプレイ 12 に表示すると共に、利用者からの指示に応じて視点が前記ビルディング内を移動しているかのように 3 次元的画像の表示を切り換え、3 次元的画像が表示する仮想 3 次元空間内の特定箇所を設計者（情報入力者）が指し示している状態で、特定の指示（例えば前進クリック）が有った場合には、例えば指示箇所を設備配管の配設位置の始点又は終点として記憶し、他の特定の指示（例えば後進クリック）が有った場合には、例えば各種設備配管を一覧表示して設備配管の種類を選択させ、選択されると前記始点から終点の間に前記選択された設備配管を配設した状況を 3 次元的画像に重ねて表示する等により、設備配管の配設状況を立体的に確認することを可能とし、ビルディング等の建設物内部の設備配管等の設計を支援する設計支援システムに利用することができる。

【0119】更に、例えばクレーンの遠隔操作室にディスプレイ 12 を配設し、クレーンに取付けた複数台のビ

デオカメラが作業状況を撮像することで得られる 3 次元的画像をディスプレイ 12 に表示し、3 次元的画像が表示する仮想 3 次元空間内の特定箇所を操作者（情報入力者）が指し示している状態で、特定の指示（例えば前進クリック）が有った場合には例えば指示箇所に向けてクレーンのアームを回転移動させ、他の特定の指示（例えば後進クリック）が有った場合には例えば指示箇所に向けてクレーンのアームを上下移動させる等により、高所に行くことなくクレーンの操作が可能な立体操作システムに利用することができる。

【0120】また、例えば車両が位置している状態を表示する 3 次元的画像をディスプレイ 12 に表示し、利用者（情報入力者）が例えば車両のボンネットを指し示している状態で特定の指示（例えば前進クリック）が有った場合には車両のボンネットが開くように 3 次元的画像を切り換え、更に、利用者が例えば車両のエンジンを指し示している状態で特定の指示（例えば前進クリック）が有った場合にはエンジンの性能等を 3 次元的画像に重ねて表示し、他の特定の指示（例えば後進クリック）が有った場合には指示の取り消しが指示されたと判定してエンジンの性能等の表示を消去する等により、車両の仮想ショールームに利用することもできる。この場合、例えば先に説明した表示倍率の変更を指示する動作を車両の向きを変える動作として用い、例えば利用者が車両の前方側を指し示している状態でズームイン又はズームアウトに相当する動作が行われた場合に、車両全体を時計回り又は反時計回りに回転させるようにしてもよい。

【0121】更に、例えばディスプレイ 12、ハンドポインティング入力装置 20 及び情報処理装置 14 をアミューズメント施設の 3 次元シミュレーションゲームを行うゲーム機として動作させることも可能である。

【0122】なお、上記では 2 台のビデオカメラ 36 A、36 B を設けた例を説明したが、これに限定されるものではなく、より多数のビデオカメラによって情報入力空間を各々撮像し、情報入力者 10 からの指示を判断するようにしてもよい。

【0123】また、上記では距離変換条件設定処理において、情報入力者 10 がニュートラルポイントを指し示したときの基準点 P_0 と特徴点 P_1 の距離 k も考慮して距離変換条件を設定するようにしていたが、これに限定されるものではなく、距離 k の最大値 k_{max} 、及び最小値 k_{min} のみに基づいて距離変換条件を設定するようにしてもよい。この場合、距離変換条件の変換特性は線形（例えば距離 k に比例して距離 L が変化する変換特性）であってもよいが、特に 3 次元的画像が表示する仮想 3 次元空間が非常に奥行きのある空間である場合（例えば宇宙空間を表す 3 次元的画像を表示手段に表示した場合等）には、変換特性を非線形（例えば基準点と特徴点との距離の変化の n 乗（ $n \geq 2$ ）に比例して認識対象者と特定箇所との距離を変化させる変換特性等）とすることが好

ましい。

【0124】また、上記では情報入力者10がディスプレイ12に表示された3次元的画像が表す仮想3次元空間内の任意の箇所を態様を例に説明したが、情報入力者が指し示す対象は仮想的な3次元空間に限定されるものではなく、本発明は、情報入力者が実際の3次元空間内の任意の箇所を指し示す場合にも適用可能である。情報入力者が実際の3次元空間内の任意の箇所を指し示す利用形態としては、例えば劇場等において、スポットライトの照射方向や、アレイ状に配置された多数のスピーカによって形成される音響ビームの方向を、オペレータ（情報入力者）が指し示した方向に向ける場合等が挙げられる。

【0125】

【発明の効果】以上説明したように請求項1記載の発明は、認識対象者が3次元空間内の特定箇所を指し示している状況を複数の方向から撮像して得られた複数の画像から認識対象者に相当する画像部を抽出し、認識対象者が腕を屈曲又は伸長させることで位置が変化する特徴点及び腕を屈曲及び伸長させても位置が変化しない基準点の3次元座標を求め、基準点から特徴点に向かう方向に基づき特定箇所が存在している方向を判断すると共に、基準点と特徴点との距離に基づいて奥行方向に沿った特定箇所の位置を判断し、特定箇所の3次元座標を判断するので、情報入力者が3次元空間内の任意の箇所を指し示す場合にも、指し示された箇所の3次元座標を判断できる、という優れた効果を有する。

【0126】請求項3記載の発明は、請求項2の発明において、認識対象者が腕を屈曲及び伸長させる動作を行ったときの基準点と特徴点との距離の変化幅に基づいて、基準点と特徴点との距離を認識対象者と特定箇所との距離に変換する変換条件の変換特性を設定するので、個々の認識対象者の体格に応じた変換特性を得ることができ、個々の認識対象者の体格のばらつきに拘らず認識対象者が指し示した特定箇所の奥行方向に沿った位置を正確に判断できる、という効果を有する。

【0127】請求項4記載の発明は、請求項1の発明において、認識対象者の手が前記特定の形になっている状態で、基準点と特徴点との距離が変化した場合には、表示手段に表示されている3次元的画像が前記距離の変化に応じて拡大又は縮小表示されるように制御するので、上記効果に加え、認識対象者による3次元的画像の表示倍率の変更指示に応じて、表示手段に表示する3次元的画像の表示倍率を確実に変更することができる、という効果を有する。

【0128】請求項5記載の発明は、請求項1の発明において、基準点と特徴点との距離の変化速度が閾値以上の場合に所定の処理を行うので、上記効果に加え、認識対象者による所定の処理の実行を指示する動作を確実に検出することができる、という効果を有する。

【0129】請求項6記載の発明は、請求項5の発明において、基準点と特徴点との距離が閾値以上の変化速度で増加した場合には第1の所定の処理を行い、基準点と特徴点との距離が閾値以上の変化速度で減少した場合には前記第1の所定処理と異なる第2の所定の処理を行うので、上記効果に加え、第1の所定処理及び第2の所定の処理のうち実行させるべき処理を認識対象者が選択することが可能となると共に、第1の所定処理及び第2の所定の処理のうち認識対象者によって選択された処理を確実に実行することができる、という効果を有する。

【0130】請求項7記載の発明は、請求項5の発明において、認識対象者が腕を屈曲又は伸長させる動作を行ったときの基準点と特徴点との距離の変化速度に基づいて閾値を設定するので、上記効果に加え、個々の認識対象者の体格や筋力等に応じた閾値を得ることができ、個々の認識対象者の体格や筋力等のばらつきに拘らず、認識対象者による所定の処理の実行を指示する動作を確実に検知して所定の処理を実行することができる、という効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】情報入力空間の周辺を示す斜視図である。

【図2】本実施形態に係るハンドポインティング入力装置の概略構成を示すブロック図である。

【図3】照明装置の照明範囲とビデオカメラの撮像範囲との関係の一例を示す概略図である。

【図4】マーク板の一例を示す情報入力空間の斜視図である。

【図5】格子点位置情報初期設定処理を示すフローチャートである。

【図6】指示判断処理を示すフローチャートである。

【図7】基準点・特徴点座標演算処理を示すフローチャートである。

【図8】距離変換条件設定処理を示すフローチャートである。

【図9】クリック動作速度設定処理を示すフローチャートである。

【図10】照明装置A、Bの点灯・消灯、ビデオカメラの撮像によって得られる画像の出力（取り込み）のタイミングを示すタイミングチャートである。

【図11】情報入力者の身長及び床面上の位置の演算を説明するための、情報入力空間の側面図である。

【図12】（A）乃至（C）は情報入力者の動作の一例を示すイメージ図である。

【図13】（A）はビデオカメラにより撮像された情報入力者の手を示すイメージ図、（B）は特徴点の座標及び特徴点の3次元座標を求めるための格子点の検索範囲を示す概念図である。

【図14】（A）は指示箇所が遠方に位置している場合、（B）は指示箇所が中間的な距離に位置している場合、（C）は指示箇所が近辺に位置している場合の、情

報入力者の動作を各々を示すイメージ図である。

【図 1 5】情報入力者の基準点と特徴点との距離 k を、情報入力者と情報入力者が指示した箇所との距離 L (仮想距離) に変換するための距離変換条件の一例を示す線図である。

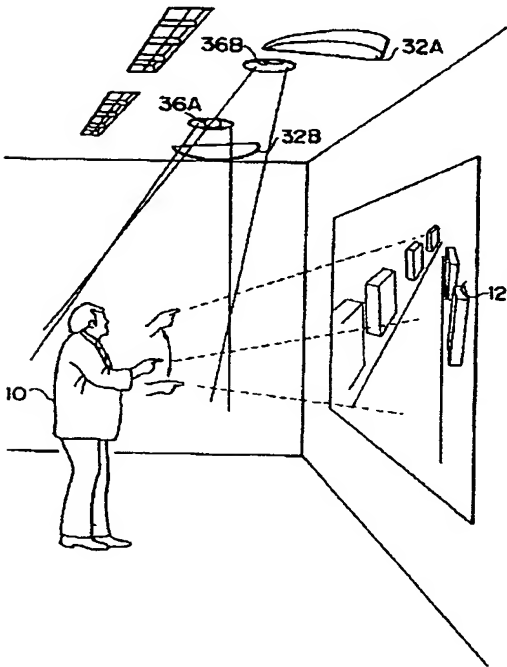
【図 1 6】(A) は前進クリック動作、(B) は後進クリック動作を説明するためのイメージ図である。

【図 1 7】情報入力者が指し示しているディスプレイ上の位置の判定を説明するための、(A) は情報入力空間の平面図、(B) は情報入力空間の側面図である。

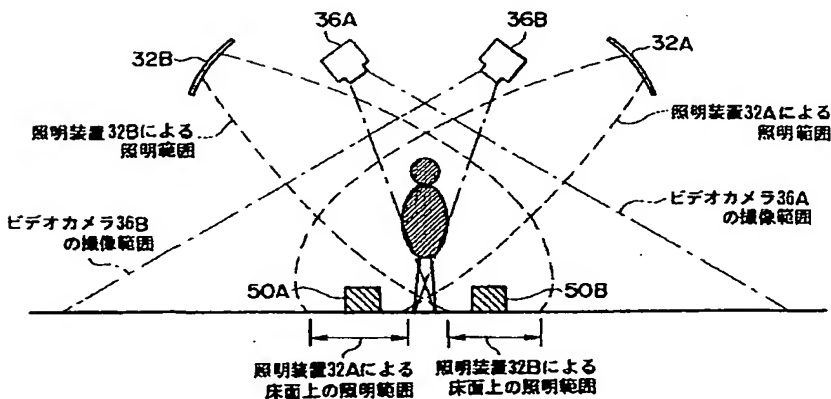
【図 1 8】情報入力者の基準点と特徴点との距離 k の、情報入力者と情報入力者が指示した箇所との距離 L (仮想距離) への変換を説明するための概念図である。

【図 1 9】(A) は特定の箇所を指し示す動作を行うと

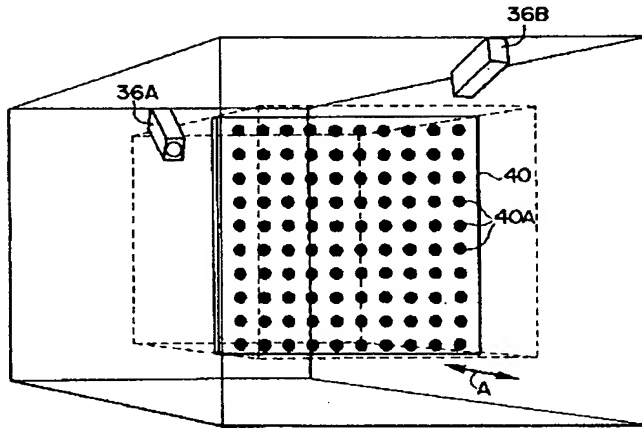
【図 1】



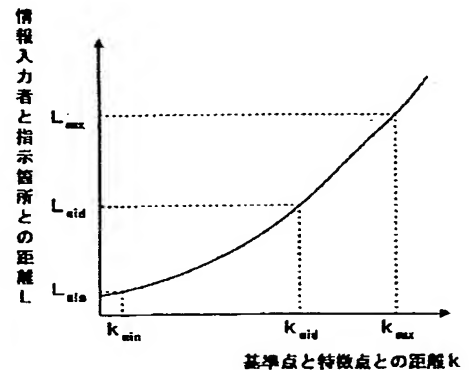
【図 3】



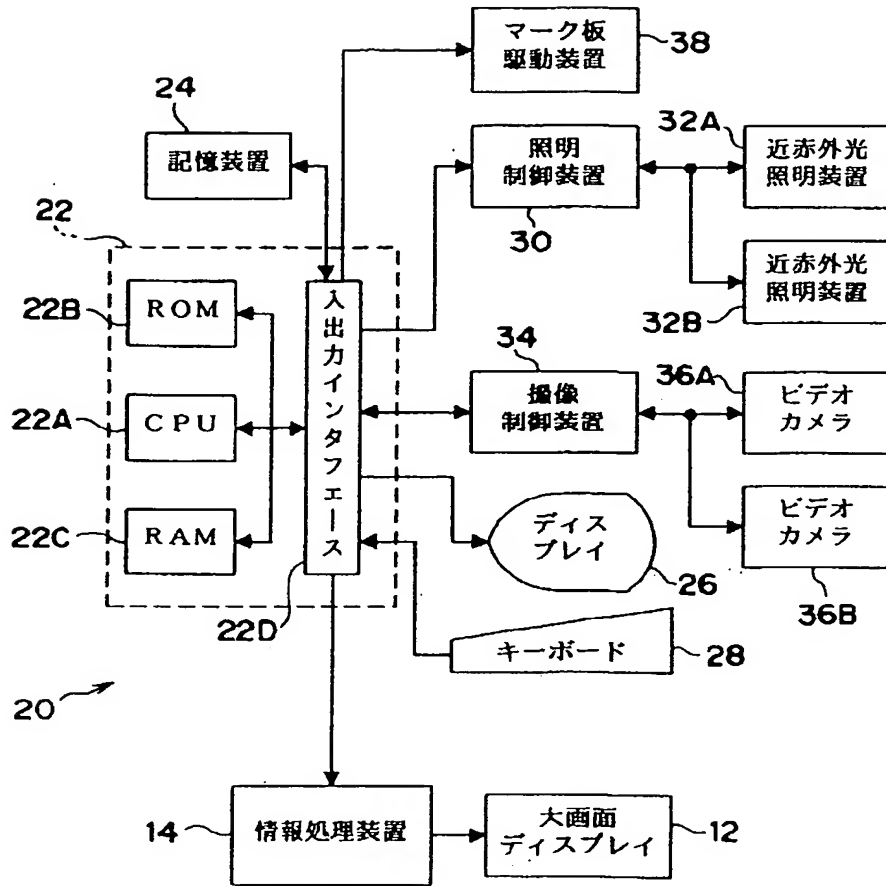
【図 4】



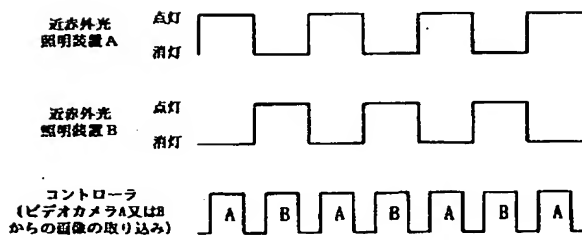
【図 1 5】



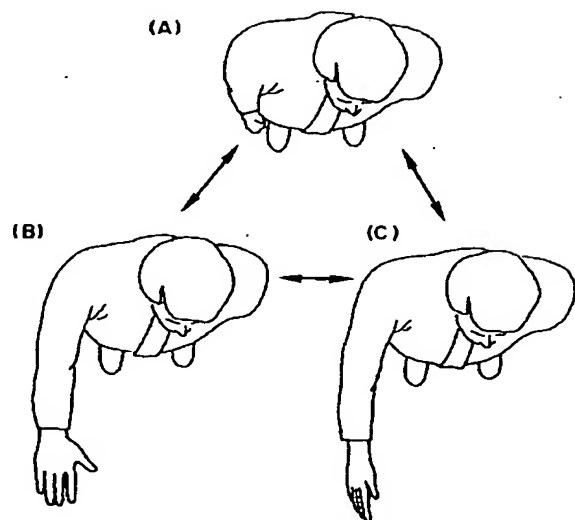
【図 2】



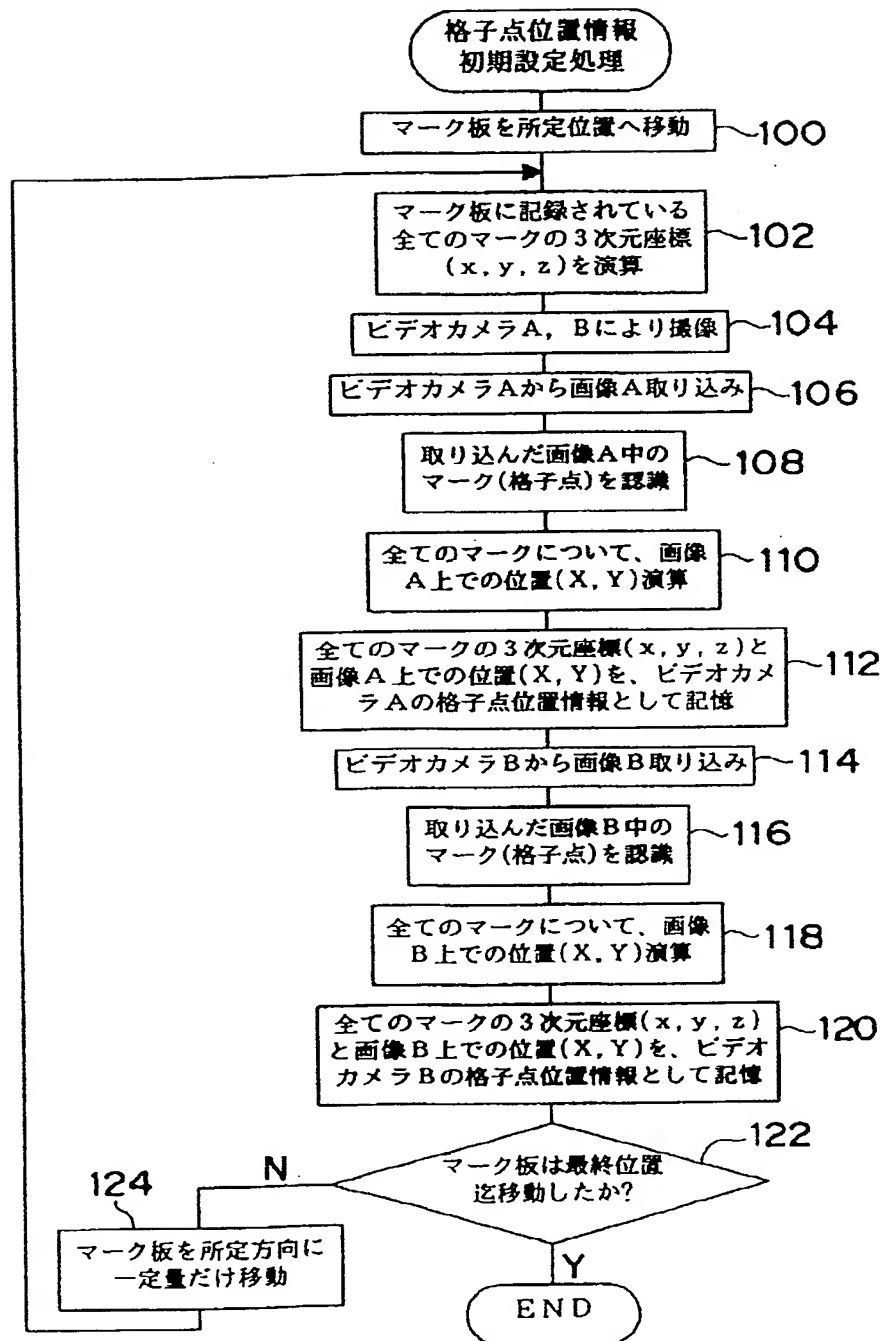
【図 10】



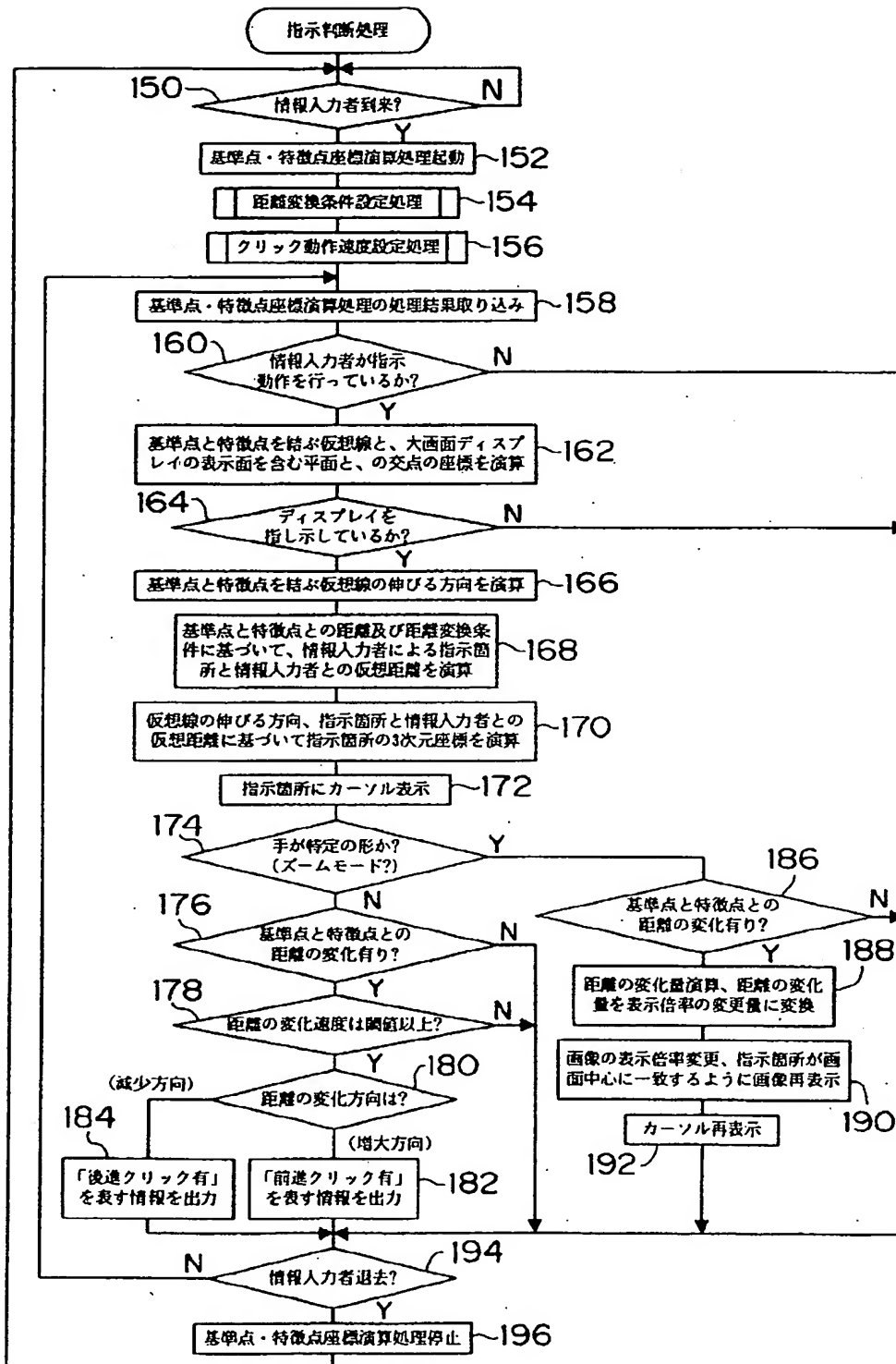
【図 12】



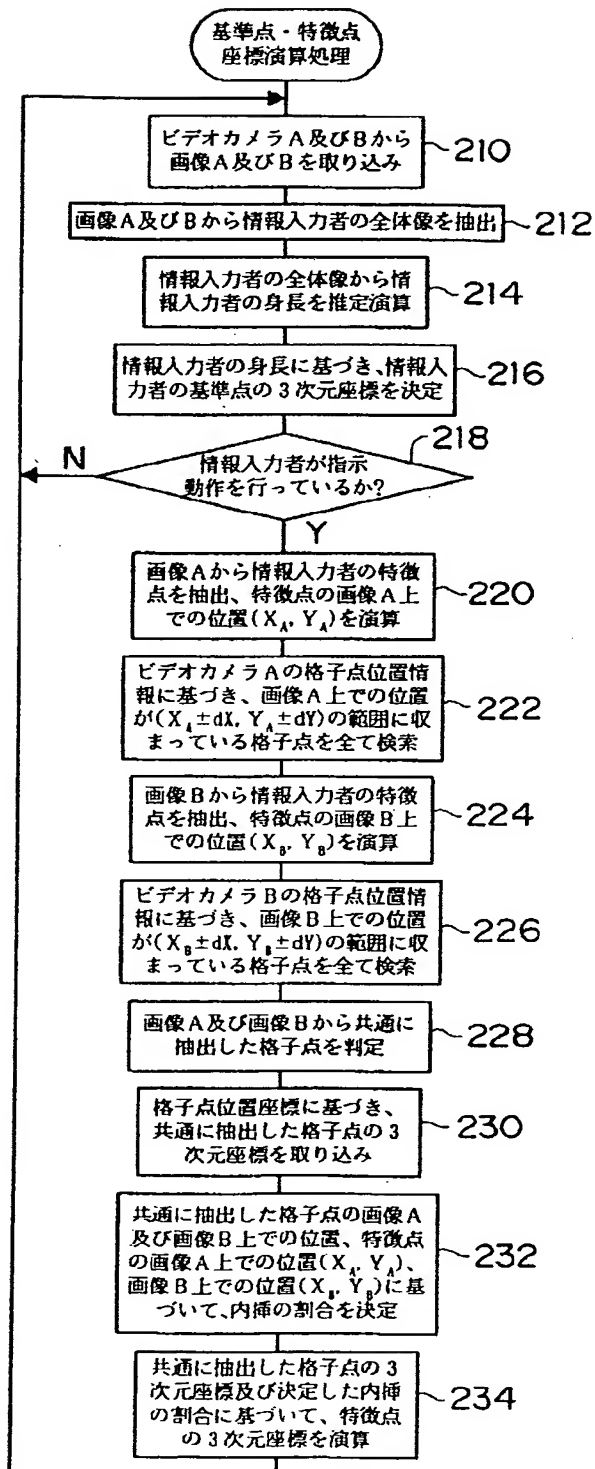
【図 5】



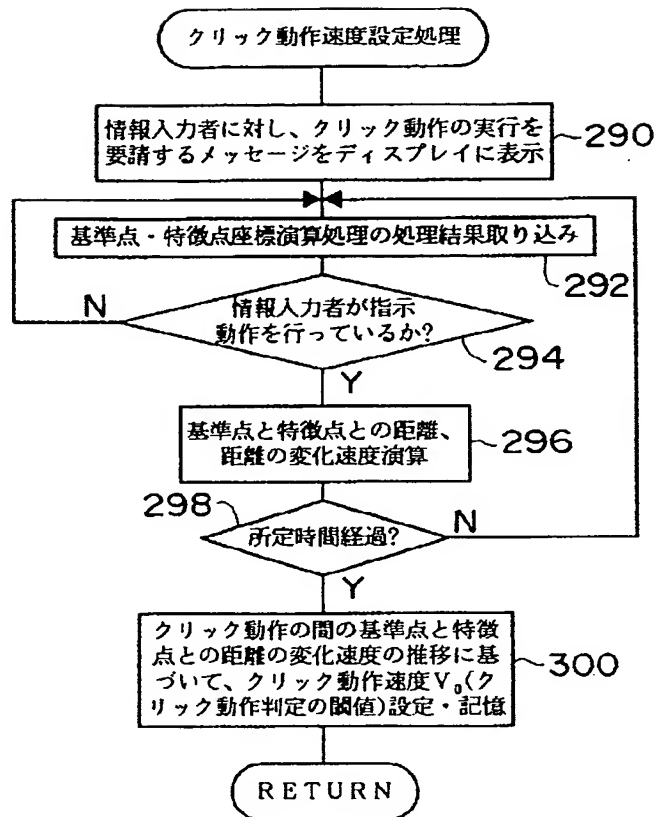
【図 6】



【図 7】

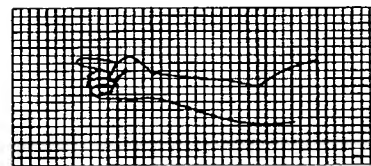


【図 9】

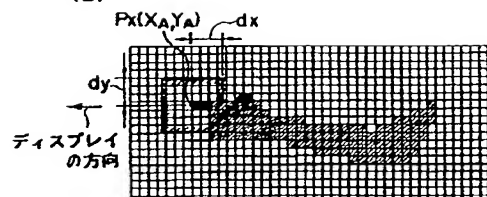


【図 13】

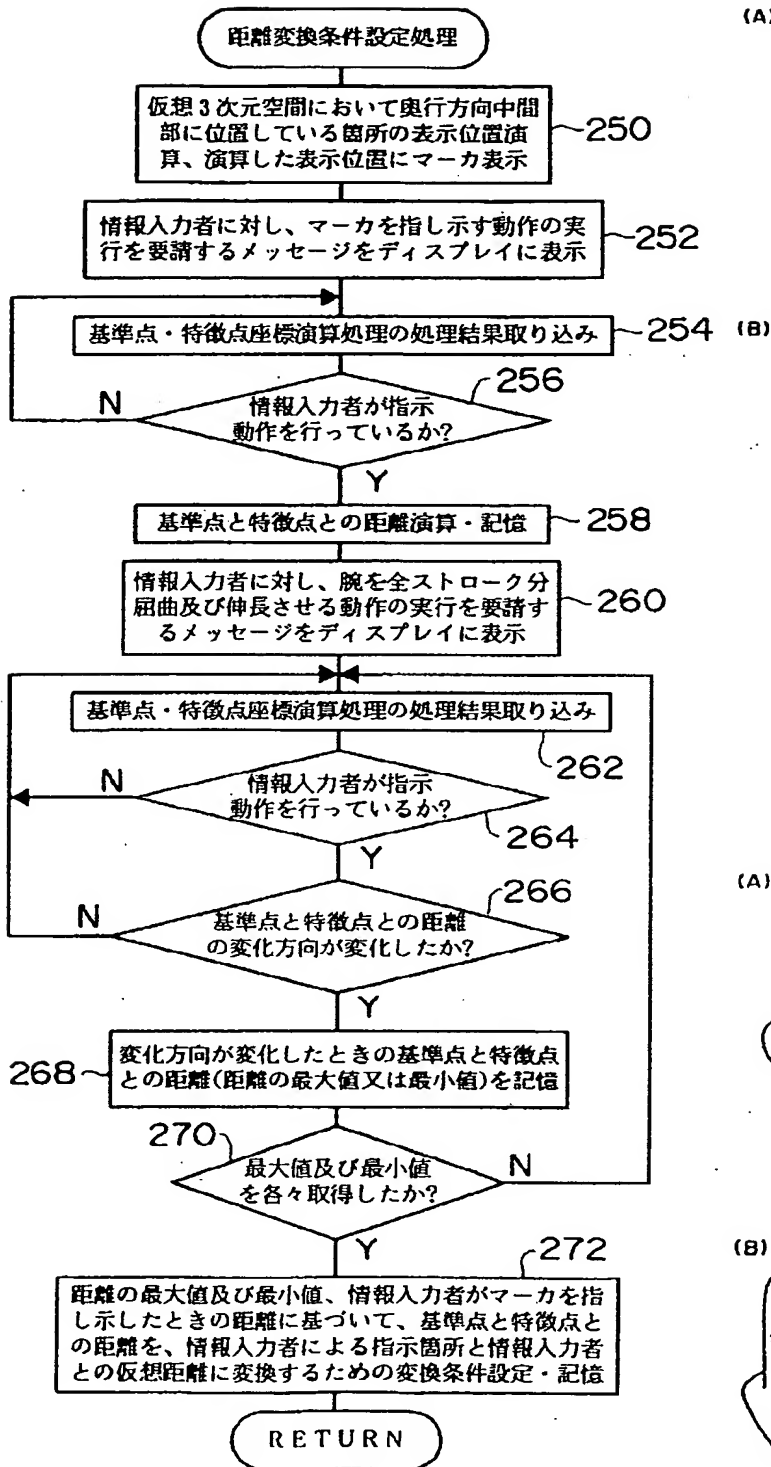
(A)



(B)

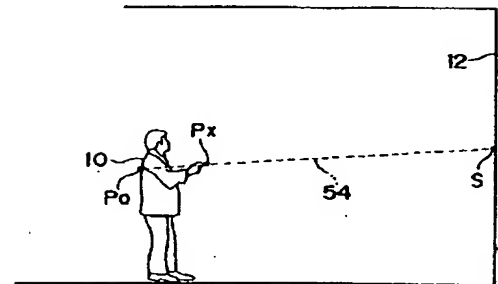
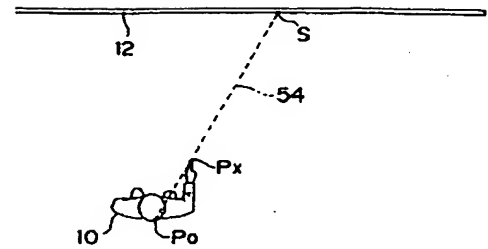


【図 8】



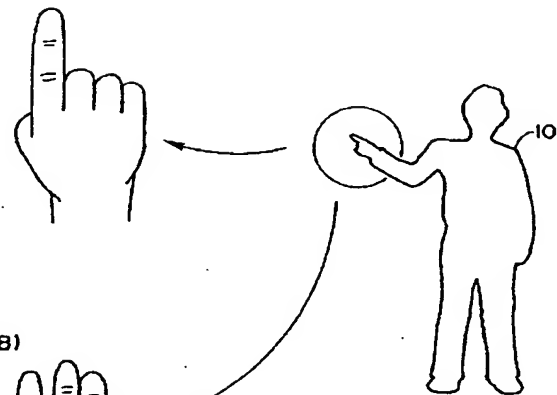
【図 17】

(A)



【図 19】

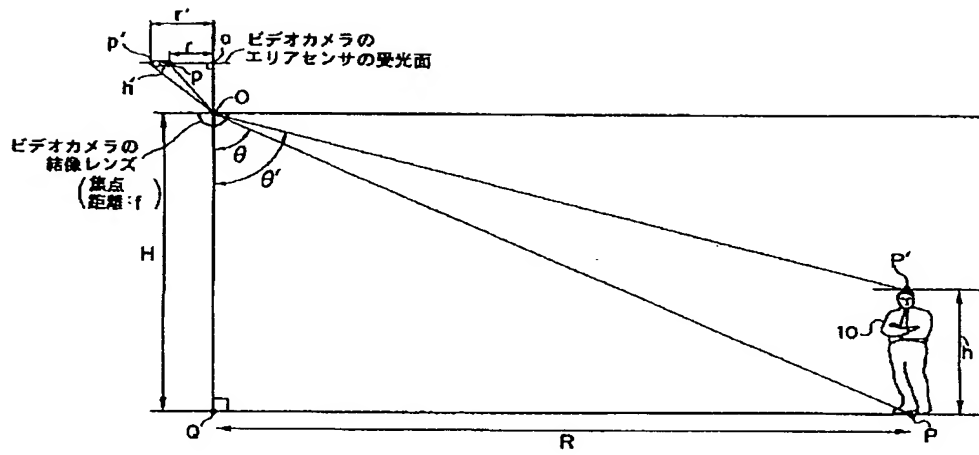
(A)



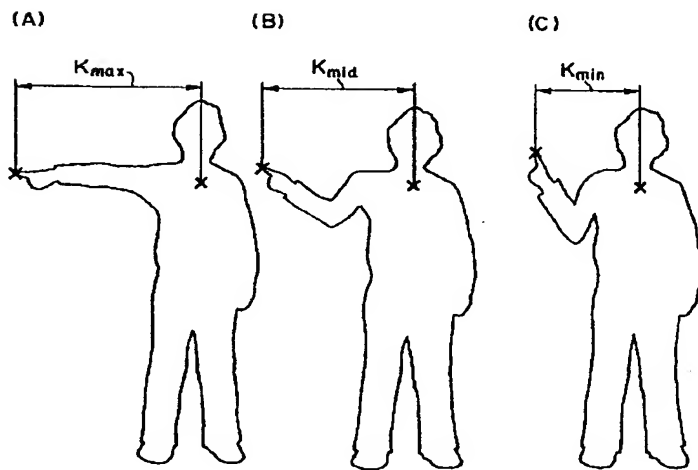
(B)



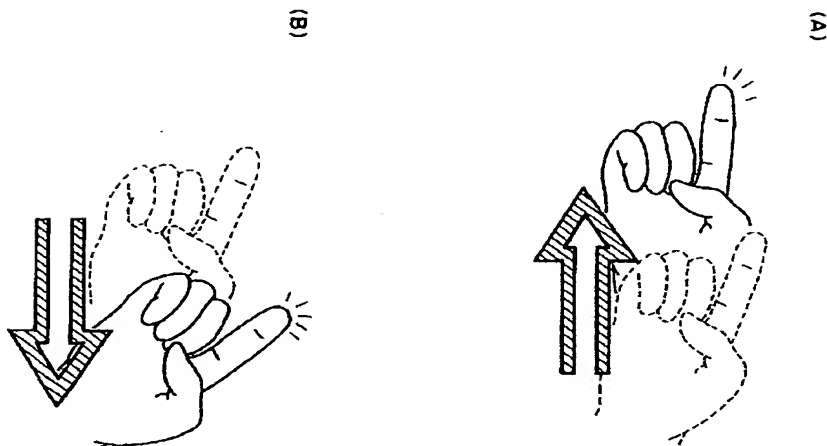
【図 11】



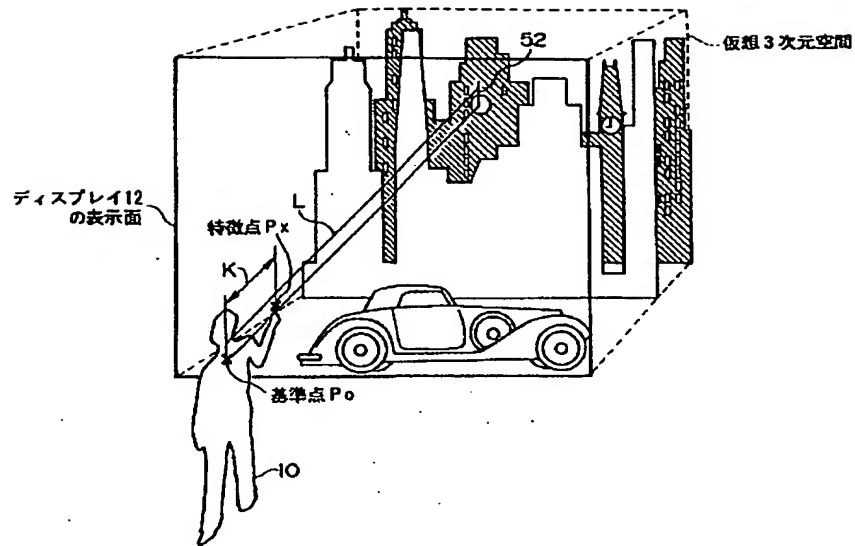
【図 14】



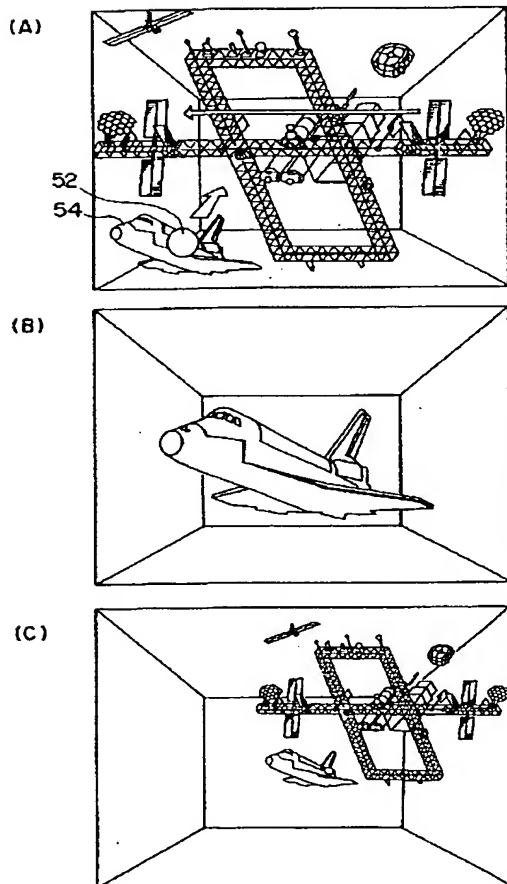
【図 16】



【図 18】



【図 20】



THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ ~~SKEWED/SLANTED IMAGES~~
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)